

Die Diamant-Röhrenbohrung bei Böhmischem-Brod.

Vortrag, gehalten in der Wochenversammlung vom 7. November 1874,
von Ober-Ingenieur **Franz Ržiha**.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 1.)

In neuerer Zeit sind mehrfache Bestrebungen an den Tag getreten, den Untergrund der Schichten des Rothliegenden in Böhmen zu dem Zwecke einer Auffindung von Steinkohlenlagern zu untersuchen.

Eine der technisch interessantesten dieser Arbeiten ist die Niederstossung eines tiefen Bohrloches zwischen den Orten Böhmisches-Brod und Přistoupin, welche auf Rechnung der k. k. priv. Staatseisenbahn-Gesellschaft durch eine englische Bohrunternehmung ausgeführt wird. Das bei diesem Bohrloche angewendete Bohrsystem ist jenes der sogenannten Diamant-Röhrenbohrung, welches uns bereits 1873 von den Bergingenieuren Broja in Zabrze und Bluhme in Bonn näher geschildert worden ist.

Die Arbeitsfortschritte, welche bei dem Böhmischem-Broder Bohrloche, dessen Betrieb zu sehen ich Gelegenheit hatte, erzielt wurden, sind so ganz ausserordentlich, dass sie als ein Triumph der Wissenschaft bezeichnet werden müssen, und dass sie vor ihrer Beschreibung dazu drängen, einen Ueberblick der geschichtlichen Entwicklung des Bohrwesens überhaupt zu geben, Letzteres um so mehr, als sich dadurch Gelegenheit ergibt, die Vorläufer der Diamant-Röhrenbohrung bezeichnen zu können.

I. Geschichtliche Entwicklung der Tiefbohr-Technik.

Bekanntlich stammen die ältesten Nachrichten über Tiefbohrungen aus China, und erschien schon vor 180 Jahren zu Amsterdam eine Reisebeschreibung, in welcher angegeben ist, dass die Chinesen sehr bedeutende Tiefen mit einem Seile und einer „Yzerhand“ (eisernen Hand) abbohren; der Missionär Imbert hat 1827 diese Nachricht auch dahin bestätigt, dass er von mehr als 10.000 Löchern spricht, welche in der Provinz Ou-Tang-Kiao zum Zwecke der Auffindung von Salz und Erdharz, mitunter bis zu 3000 Fuss Tiefe, gebohrt wurden. Sieht man von den Bohrungen gering tiefer Löcher ab, welche im Bergbaue schon in alter Zeit gang und gäbe waren, so muss die eigentliche Bohrkunst in ihrer Entstehung, nach den heutigen wissenschaftlichen Begriffen, bis in die Zeit des Anfanges unseres Jahrhunderts zurückgeführt werden, wobei wir auf die nicht uninteressante Thatsache stossen, dass gleich bei den anfänglichen Tiefbohrungen, welche insbesondere in Frankreich und in Würtemberg zur Auffindung von Springwassern niedergestossen wurden, die Seilbohrung angewendet wurde; namentlich ist bekannt, dass man sich der Seilbohrmethode schon 1827 in Frankreich, 1828 in Belgien, 1832 bei Saarbrücken und 1834 in Ehrenbreitstein bediente.

Wenn auch von jener Zeit an die Seilbohrmethode durch eine andere Methode verdrängt wurde, weil ihre Nachtheile der unsicheren Hubhöhe, der nicht ganz verlässlichen Umsetzung des Meissels, der Unmöglichkeit, drehend zu bohren, der leichten Schiefwerdung und der leichten

Festbohrung der Löcher, endlich des Mangels einer starren, das Gefühl und Gehör vermittelnden Verbindung zwischen der Sohle und dem Tage nicht unerheblich sind — so finden wir in der ganzen geschichtlichen Entwicklung der Bohrtechnik doch immer wieder ein erneutes Aufgreifen der Seilbohrmethode, weil der ihr zugewiesene Vortheil wesentlicher Zeitersparniss ein Factor ist, welcher die Ingenieure immer aufs Neue anspornt, die Methode zu verbessern.

Wir verweisen in dieser Hinsicht nur darauf, dass 1843 in Schemnitz und 1861 bei Bayreuth mit Seil gebohrt wurde, dass seit 1870 in England, seit 1872 am Niederrhein und an verschiedenen anderen Orten diese Methode an Aufschwung gewinnt, und dass sich neuestens die Ingenieure Kolb, Hochstrate, Mather und Platt, Kleritj, Sparre und J. Noth in der Verbesserung derselben ganz wesentliche Verdienste erworben haben.

Wie wir schon bemerkten, schieden sich gleich beim Auftreten der Wissenschaft der Tiefbohrung die fachlichen Ansichten in ihren Principien; die Einen verliessen die Seilbohrungen, die Andern griffen nach steifem Gestänge aus Holz und Eisen, welches erstere Gestänge nach Hericart du Thury, Fromme und Bruckmann schon im XVII. Jahrhunderte in Deutschland und in Russland bekannt waren und bei den tiefen Bohrungen in Deutschland in den Jahren 1829 und 1833 nur aufs Neue, besonders durch Hofrath Glenk beim Bohrloche von Büdingen, später auch durch Kind bei den Bohrlöchern zu Cessingen, Echternach und Berch wieder aufgegriffen wurden. Zu jener Zeit, wo es an einer durchgebildeten Seilbohrmethode einerseits mangelte, und wo andererseits die arge Steifheit der Gestänge geradezu dahin führte, grosse Tiefbohrungen verlassen zu müssen, war es einem deutschen Ingenieur beschieden, eine höchst wichtige, wenn auch sehr einfache Erfindung zu machen. Freiherr von Oeynhausen, welcher 1831 das in der Literatur so bekannte Bohrloch bei Rheme begonnen und es 1834 mit steifem Gestänge bis auf 900 Fuss Tiefe niedergebracht hatte, begann dabei derartig an technischen Missgeschicken (Schwere des Gestänges, Zittern desselben und zahlreiche Gestängebrüche) zu leiden, dass er — wie man sagt, gleichzeitig mit Althan und Kind — auf die Idee kam, das steife Gestänge zu theilen.

Er construirte ein sogenanntes Obergestänge und ein Untergestänge, hängte beide nach Art langer Kettenglieder zusammen und gestaltete derartig ein Instrument, „die Rutschscheere“, mit welchem er die Nachtheile des in seiner ganzen Länge steifen Gestänges beseitigte und schliesslich das Bohrloch bis zu 2219 $\frac{1}{2}$ pruss. Fuss niederbrachte.

Mit der Einführung dieses Instrumentes war das Signal zu den mannigfachsten Speculationen auf dem Gebiete der Bohrtechnik und zur wissenschaftlichen Entwicklung derselben gegeben, weil die Rutschscheere die Idee verkörperte, ein niedergefallenes Meisselstück durch das Obergestänge zu heben. Die Oeynhausen'sche Rutschscheere wurde auch thatsächlich von da ab Gegenstand der sinnreichsten Verbesserungen, von denen namentlich jene der

Bohrtechniker Rost und Winter hervorgehoben werden müssen, und gelangten, wie es scheint, gleichzeitig Rost, dann der berühmte braunschweigische Bohringenieur von Seckendorf, wie auch Kind, der hervorragend bekannte Bohrmeister aus Freiberg, zu der Idee der Veranlassung des gänzlich freien Herabfalles des Meisselstückes.

Thatsache ist, dass das dazu dienende „Freifall-Instrument“ zum ersten Male von Kind, u. z. am 17. Juni 1844 in dem Bohrloche bei Mondorf an der luxemburg-französischen Grenze angewendet wurde.

Bekanntlich beruht die Thätigkeit des Freifall-Instrumentes auf dem Wasserdrucke gegen einen gelederten Kolben, welcher sich am oberen Ende des Freifall-Apparates befindet, der wiederum an dem unteren Ende des Gestänges befestigt ist.

Drückt das Wasser beim Aufgange des Gestänges von oben auf den Kolben, so bleibt der letztere in seiner Aufwärtsbewegung zurück, drückt einen Scheerenhebel oben auseinander und fasst unten eine Zunge, an welcher das Meisselstück hängt; das Gestänge hebt damit den Meissel.

Fällt das Gestänge herab, so wirkt das Wasser auf den Kolben von unten, der Kolben bleibt in seiner Bewegung zurück, der Scheerenhebel zieht sich oben zusammen, öffnet sich unten, und lässt den emporgehobenen Meissel, unterstützt durch einen Prellschlag, frei fallen. Auf der anliegenden Figuren-Tafel Nr. 1 ist dieser Vorgang in nur ganz schematischer Weise skizzirt; in Wirklichkeit ist jedes Freifall-Instrument ein ziemlich complicirter Apparat, welcher ohne eine entsprechende Anzahl von Zeichnungen nicht genau verdeutlicht werden kann, und ist zu bemerken, dass der Bewegungsmechanismus auch in anderer, als der angedeuteten Art construiert wird.

Diese Fallapparate sind in der Folgezeit sehr wesentlich verbessert und verändert worden und haben sich insbesondere Fabian, Werner, Rost, Zobel, Wlach, Degousse, Hulot, v. Rittinger und Klečka um die Construction neuer Fangapparate, wie auch Esche, Eicke, Romanowsky, Greifenhagen, Rungius, Noth, Purtschet und Sparre um Variationen in Fanginstrumenten wesentlich verdient gemacht.

Besonderes Aufsehen hat namentlich Klečka mit seiner „böhmischen Wechselschere“ im Jahre 1849 erregt, als er dieselbe zuerst im Bohrloche „Franz Josef“ zu Trebušic anwandte.

Die hervorragendste Leistung des Bohrens mit steifem Gestänge ist wohl die der Niederstossung des Bohrloches bei Sperenberg in Preussen, des tiefsten bisherigen Eindringens durch Menschenhand in die Rinde der Erde. Das Bohrloch wurde am 27. März 1867 begonnen und am 15. September 1871 aufgelassen.

Während einer Kalenderzeit von 1633 Tagen erreichte er eine Teufe von 4051 $\frac{1}{2}$ preuss. Fuss, also etwa 9-2mal so tief, als unser Stefansturm hoch ist.

Im ganzen Durchschnitte wurden pro Tag der gesammten Bohrzeit 2-48 preuss. Fuss abgebohrt. Ein Jahr und 2 Monate dauerte die Handarbeit, welche bis 956 Fuss gedieh, der letzte Rest wurde mit Maschinenbohrung niedergebracht. Die Handbohrung benötigte im Durchschnitte

pro Zoll Teufe 31-5 Minuten, die Maschinenbohrung pro Zoll circa 24 Minuten Zeit. Das ganze Bohrloch hat Alles in Allem 58.118 Thaler 18 Sgr. 9 Pfg. gekostet, so dass der laufende Fuss Teufe auf 14 $\frac{1}{2}$ Thaler zu stehen kam.

Während nun nach dem Vorstehenden die Bohrmethode mit steifem Gestänge und dem Freifall-Instrumente auf eine hohe Stufe der Vervollkommenung gebracht wurde, verlor man keineswegs das „Seilbohren“ aus dem Auge. Erneut aufgegriffen durch Kolb, welcher 1861 schon Fortschritte von 12 bis 20 Fuss pro 24 Stunden, und Tiefen bis 1600 Fuss ohne Anstand mit dieser Bohrmethode erreicht hatte; günstige Resultate bei der 600 Fuss tiefen Bohrung des Brunnens der École militaire zu Paris, namentlich aber die von Colin Mather in Firma Mather und Platt zu Salford bei Manchester im Jahre 1870 erzielten, in der folgenden Tabelle verzeichneten günstigen Resultate brachten das Seilbohr-System wieder stark in Aufschwung.

Bohrloch	Obere Weite Zoll	Tiefe engl. Fuss	Ganzer Zeitraum Tage	pro Tag
Middleborough *)	18	1312	540	2'-5"
Norwich **)	24	1184	616	1'-1"
Wakefield	9	770	517	1'-6"
Broughton	18	575	192	3'-0"
Canterbury 1	24	473	72	6'-7"
" 2	24	446	67	6'-8"
Manchester	24	466	95	4'-11"
Hathern	9	455	142	3'-2"
Salford	18	442	—	—
Stockport	18	424	91	4'-8"
noch 18 andere Bohrlöcher	—	250—432	—	{ 1'-10" bis 9'-8" bis meistens 3'

*) Max. 6' pro Tag.

**) Max. 16' pro Tag.

Dieser Aufschwung wurde ganz neuerlich belebt durch die wesentlichen Verbesserungen der Seilbohr-Methode, welche v. Sparre, Hochstrate und J. Noth eingeführt haben, und steht diese Bohrmethode heute thatsächlich auf einer solchen Stufe der Vollkommenheit, dass ihr eine grosse Verbreitung gesichert ist.

Verfolgen wir nun die weitere Entwicklung der Technik der Tiefbohrungen, so haben wir zunächst der Er-rungenschaft der Vergrösserung des Durchmessers der Bohrlöcher zu gedenken.

Während nämlich der bisher geschilderte Fortschritt der Bohrtechnik sich auf die Erreichung grosser Tiefen warf, ein Fortschritt, welcher schon in den 40er Jahren dahin gelangte, Löcher bis in 3000 Fuss Teufe nieder zu bringen, war der Wunsch nach grossen Weiten der Bohr-löcher, durch die Schwierigkeiten der Schachtteufungen in schwimmenden und arge Wasser haltenden Gebirgsschichten sehr rege geworden.

Schon der berühmte Bergingenieur Combes hatte 1844 die Idee ausgesprochen, dass man eigentlich sofort daran gehen sollte, ganze Bergbauschächte abzubohren, und stellte Kindermann auch zuerst kleine Schurf-

schächte auf diese Art her. Kind griff diese Idee bezüglich tiefer Schächte weiter auf und bohrte ~~thatsächlich~~ im Jahre 1849 einen tiefen Schacht bei Schönecken im Mosel-Departement und darauf den Schacht Leopold bei Gelsenkirchen ab.

Dieses Verfahren wurde später von Choudron zu St. Vaast im Hennegau vervollkommenet, und nennt man es seitdem das Kind-Choudron'sche; es kennzeichnet sich dasselbe vornehmlich dadurch, dass man die Schachtsohle durch Instrumente lockert, welche entweder meisselartig oder pflugartig wirken; dass man das gewonnene Material in Ledersäcken, die durch das Gestänge kreisförmig herumgedreht werden, sammelt und emporzieht, und dass man durch diese Vertiefung der Schachtsohle die Umkleidung des Schachtes, bestehe sie nun aus Mauerwerk oder aus Eisen, zu immer tieferem Niedersenken zwingt. Die Senkarbeit findet also unter dem Wasserspiegel statt, erspart demnach das Wasserstumpfen und vermindert wegen des hydrostatischen Gegendruckes in schwimmendem und weich lettigem Gebirge die Gefahr der Sohlendurchbrüche.

Mittelst dieses Verfahrens wurden u. A. folgende Schächte niedergebracht.

Schacht Styringen . . .	100 Meter tief	4.25 Meter Durchm.
" Leopold . . .	112.7 " "	4.4 " "
" St. Vaast . . .	98 " "	4.25 " "
" Perrones . . .	105.2 " "	2.32 " "
" Escarpelle . .	104 " "	3.28 " "

Ausser diesen Bohrarbeiten wurden in Deutschland Schachtbohrungen auf den Gruben Agnes bei Hornhausen und Marie in Westfalen vorgenommen.

Das grösste Aufsehen erregte aber die Schachtbohrung auf der Zeche Rheinpreussens bei Homberg dicht an den Ufern des Rheines. Nachdem, und während in der Nähe dieser Zeche die Teufungen der Gewerkschaften Vulkan, Medio-Rhein, Neu-Duisburg, Ruhr und Rhein u. A. ihr Ziel nicht erreicht hatten, unternahmen die vermöge ihrer Ausdauer in bergmännischen Kreisen hoch angesehenen Gewerken Herren Haniel dennoch eine Schachtteufung, welche jetzt schon seit 20 Jahren im Gange ist, welche mit der drehenden Abbohrung eines 24 Fuss 9½ Zoll weiten Schachtes begonnen wurde, nunmehr aber erst bis 398 Fuss Teufe und nur mit einer Verminderung des Durchmessers bis zuletzt auf 8½ Fuss niedergebracht werden konnte, und welche, ohne dass sie bisher beendet ist, schon die enorme Summe von circa 2,500.000 fl. ö. W. verschlungen hat.

Wenn nun nach dem Vorstehenden auch erkannt werden muss, dass die gesamte Bohrtechnik schon ausserordentlich ausgebildet ist, so wird doch seit Jahrzehnten daran gearbeitet, das Schlagbohren mit dem bei grossen Teufen noch nicht allgemein beliebten Seilbohren dadurch concurrenzfähig zu machen, dass man die Entfernung des Schmandes (Schlammes auf der Bohrlochsohle) zu erleichtern sucht; die Meisselwirkung wird nämlich durch die auf der Sohle liegende Schlammsschicht stetig geschwächt, und das Herauslöfeln des Schmandes erfordert bei tiefen Löchern noch sehr viel Zeit.

Der Bohr-Ingenieur Fauvelle gelangte deshalb auf die Idee, die Bohrlochsohle durch eine immerwährende Wasserspülung rein zu halten. Er wandte zu diesem Zwecke ein hohles Bohrgestänge an, pumpte durch Ueberdruck Wasser in dasselbe und brachte dieses Wasser zwischen dem Bohrgestänge und der Bohrlochwandung derartig zum Ausströmen, dass der Schmand mitgeführt wurde. In der That gelangte Fauvelle bei dem Bohrloche zu Perpignan binnen 23 Tagen bis in 540 Fuss Teufe, leistete also pro Tag 23.5 Fuss. Bei grösseren Teufen versagte jedoch das System, weil das eiserne Gestänge zu schwer wurde und wegen seiner Hohlheit zu vielen Brüchen führte.

Ein anderes System zur Beseitigung der oben erwähnten Uebelstände wurde von Laué angewendet, indem derselbe nur ein Stück des Gestänges oberhalb des Meissels hohl machte und diese Höhlung zur Ansammlung des Schlammes benützte, also das Löffeln nur in längeren Zeiträumen vorzunehmen brauchte.

In ähnlicher Weise suchten auch die Ingenieure Chanoit und Catelineau das erstrebte Ziel zu erreichen, indem sie 1860 mit ihrem Systeme der „bohrenden Pumpe“ auftraten, welches schon v. Seckendorf als sehr culturfähig bezeichnete. Es besteht dieses Bohrsystem in der Anwendung eines hohlen Gestänges und eines Freifall-Apparates und wird die Stossbewegung des Gestänges zur Pumpenwirkung derart ausgenützt, dass der Schmand zu Tage gehoben wird. Die Erfinder haben bezüglich der Hebung der Schmandtheilchen ausgedehnte Versuche angestellt und bezüglich der Fortbewegbarkeit von Gesteinskernen gefunden, dass ein Wasserstrom von:

- 0.10^m Geschwindigkeit feinen Sand hebt,
- 0.20^m " " groben " "
- 0.50^m " " Grand von 2^{em} Korn hebt,
- 1.00^m " " kleine Kiesel hebt,
- 2.00^m " " kleine Kupfer- u. Eisentheile hebt.

Das System von Chanoit und Catelineau hat jedoch eine weitere Verbreitung nicht gefunden, vermuthlich, weil das hohle, gestossene Gestänge leicht zu Brüchen geführt und der Pumpmechanismus öfters versagt hat.

Um die vornehmlichsten Bohrverfahren, welche Wasserdruck zu Hilfe nehmen, vollständig vorzuführen, muss noch der Erfindung von Jenson gedacht werden, welche unter gewissen Umständen von ausserordentlicher Wichtigkeit ist. Es ist bekannt, dass eines der schwierigsten Gebirge für das Niederbringen von Tiefbohrlöchern der „Schwimm-sand“ ist. Die Sandtheile werden nämlich hoch in dem Bohrloche emporgetrieben und verklemmen sich dann derartig, dass der Ventillöffel in der Regel seinen Dienst versagt; lockert man das Gebirge mit Meisseln, so quillt es dafür desto ärger wieder herauf; und geht man mit einer neuen, engeren Röhrentour vor, so quillt der Sand in die Zwischenräume der Röhrentouren, wodurch ein Festfahren der Arbeit veranlasst wird.

In Schwimm-sand stehende Löcher von 136 Fuss Teufe haben erfahrungsgemäss schon bis zu 6 Röhrentouren benöthigt und wurden dabei Monate an Zeit verbraucht, bevor sie niedergebracht wurden.

Diesen Uebelständen sucht Jenson und auch Brunles dadurch abzuhefen, dass sie ein hohles Bohrgestänge anwenden, welches in eine Spitze endigt, und durch welches Ueberdruckwasser eingepresst wird. Das Bohrgestänge befindet sich im Rayon einer Röhrentour; das eingetriebene Wasser wirbelt die Bohrlochsohle auf und treibt den Sand in dem ringförmigen Raume zwischen dem Gestänge und der Bohrröhre (Wandrhöhre) derart rapid zu Tage, dass die Bohrung geradezu dem Auge sichtbar vorschreitet. Es muss dieses Bohrverfahren, welches in Holland und in Amerika, neuestens auch bei dem Hafenbaue zu Altona durch den Ingenieur Schäffer vielfach Anwendung gefunden hat, und welches auch dort bei Pfahlrammungen verworhet worden ist, als eine der wichtigsten Neuerungen im Bohrwesen bezeichnet werden.

Zu den Betrachtungen der Fortschritte der Bohrungen im festen Gestein wieder übergehend, muss nun noch der Bestrebungen von Sparre, Stapf, Delahaye, Claude, Lisbeth, Hagan, Balzberg und v. Rittinger gedacht werden, welche sich auf das rotirende Bohren, vorzugsweise jedoch zu Zwecken der Minenbohrung beziehen.

Bahnbrechend auf diesem Gebiete des rotirenden Bohrens ist die Erfindung des Genfer Uhrmachers Leschot gewesen, welcher anlässlich der Projecte der Mont-Cenis-Durchbohrung, die bekanntlich bezüglich ihres maschinellen Theiles von Mauss und Colladon eingeleitet und gefördert wurden, im Jahre 1851 mit seinem „Diamant-Bohrsysteme“ zu Zwecken der Sprengarbeit auftrat.

Diese Erfindung wurde zunächst von de la Roche-Tolay aufgegriffen, welcher eine Tunnel-Bohrmaschine (die auf der Pariser Ausstellung 1867 repräsentirt war) construirte, welche mit 6 Atmosphären Ueberdruck betrieben wurde, 250 Umgänge pr. Minute machte und im quarzigen Gestein 1 1/2 Zoll, im Kalk 2 Zoll vordrang, wobei zu bemerken ist, dass der anfänglich Leschot'sche Apparat nur 30 Touren pro Minute zuließ.

Diesen beiden Erfindern folgte der Major Beaumont mit ausgedehnten Versuchen bezüglich der Diamant-Röhrenbohrung, welche bei der Herstellung von Sprengbohrlöchern ergeben hatten, dass ein 1 1/2 Zoll weites Loch in braunem Sandstein 11 1/2 Zoll, in festem Kalkstein 1 1/4 Zoll pro Minute vorwärts drang, und welche im Clifton-Tunnel erwiesen, dass die Maschinenbohrung kleine Bohrlöcher 4- bis 5mal schneller als die Handarbeit herstellte.

Wir verlassen hier das Gebiet der Diamantbohrungen zu Minenzwecken, welches durch die Versuche im Hoosac-Tunnel und bei den unterseeischen Arbeiten im New-Yorker Hafen näher bearbeitet wurde, und wenden uns allein den Tiefbohrungen durch Vermittelung der Diamanten zu.

Auf diesem Gebiete haben sich insbesondere Henry Pleasants, Shelley und Bullok und Beaumont hervorragend bemerkbar gemacht, und haben durch deren Vermittelung zwei Bohrgesellschaften, nämlich die Pennsylvania Diamant-Bohrgesellschaft und die „Diamond-Rock-Boring-Company“ den Gegenstand energisch in die Hand genommen.

Schon kleinere, von diesen Gesellschaften ausgeführte Tiefbohrversuche hatten pro Minute einen Fortschritt von:

- 1 Zoll im Quarz,
- 3 Zoll im Granit,
- 4 Zoll im festen Sandstein,
- 4 1/2 Zoll im leichteren Sandstein ergeben.

Wesentliches Aufsehen erregten jedoch erst die Tiefbohrungen bei Darlington, woselbst 4 1/2 zöllige Löcher in Teufen bis zu 836 Fuss mit einem Wochenfortschritte von 36 Fuss bei nur 9stündiger Arbeitszeit pro Tag erreicht wurden, und bei Whitehaven, woselbst das Steinkohlengebirge binnen zwei Monaten 600 Fuss tief untersunken wurde. Auf dem Continente wurde der erste Tiefbohrversuch mittelst Diamanten in der Nähe von Hamm durchgeführt, woselbst binnen 3 Wochen eine Teufe von 360 Fuss erreicht wurde.

Henry Pleasants, Shelley und Bullok gaben der neuen Erfindung auch eine höchst interessante Anwendung, indem sie dieselbe zu Schachtteufungen benutzten.

Bei Schächten von 14 zu 16 Fuss Dimension wurden 25 Löcher, bei Schächten von circa 14 zu 26 Fuss 35 Löcher im Umfange und im Bereiche des Schachtprofils bis zu einer Teufe von 200 bis 300 Fuss gestossen, wobei in der Regel 7 Maschinen, gleichzeitig arbeitend, im Durchschnitte 34 Fuss Lochfortschritt pro 24 Stunden erzielten; ein Loch von 200' 4" wurde sogar schon zu jener Zeit binnen 4 Tagen niedergebracht. Nachdem nun die sämtlichen Löcher auf die genannte Teufe gebracht waren, wurden sie mit Sand verfüllt und in Tiefensectionen von mehreren Fussen abgeschossen. Diese Methode der Schachtteufung spart in sehr festem Gesteine wesentlich an Zeit, und wurden im Ganzen 60 bis 80 Fuss Fortschritt pro Monat erzielt. Ausser zu Zwecken der Schachtteufung wurde, wie schon erwähnt, auch die Methode allein zu Tiefenuntersuchungen angewendet und sind auf dem Continente Diamant-Röhrenbohrungen u. A. nächst Hamm, zu Recklinghausen, zu Böhmischem-Brod (zum ersten Male in Oesterreich), nächst Lugau, Chemnitz und Zwickau in Sachsen und bei Zabrze in Schlesien vorgenommen worden*).

Zu bemerken ist noch, dass in Oesterreich die amerikanische Bohrgesellschaft durch unser Vereinsmitglied Herrn M. Pupovac und die englische durch Herrn Schmidtman vertreten ist.

II. Das Bohrloch nächst Böhmischem-Brod.

Das bei diesem Bohrloche angewendete Verfahren und die dort erzielten bohrtechnischen Resultate sollen nun im Hinweise auf die Zeichnungen der Tafel Nr. 1 in Folgendem kurz beschrieben werden.

1. Das Bohrsystem.

Wie wir schon erwähnten, besteht das Bohrsystem darin, dass Diamanten auf der Bohrlochsohle zum Rotiren gebracht werden, dass durch diese Rotation die Bohrlochsohle vertieft, und dass diese Sohle stetig gespült wird.

*) Neuestens auch zu Rheinfelden in der Schweiz, bei Libau in Schlesien und in Frankreich.

Das Spülwasser wird durch das hohle Gestänge eingetrieben und steigt entlang der Bohrlochswände sammt dem Schmande bis zu Tage.

Die Diamanten bearbeiten jedoch nicht die ganze Sohle, sondern nur einen ringförmigen Umfang derselben; es wird also ein Gesteinskern erzielt, welcher von Zeit zu Zeit herausgehoben werden muss.

2. Das Gestänge.

Nach dem Vorstehenden muss das Gestänge hohl sein; es besteht aus einzelnen Stahlröhren von 6 Fuss Länge und 5 Linien innerem Durchmesser; der äussere Durchmesser betrug anfänglich $\frac{3}{4}$ Zoll, später $1\frac{1}{4}$ Zoll; die $\frac{3}{4}$ zölligen Rohrstücke wogen circa 36 Wiener Pfund. Die Enden der Röhren sind mit sehr sorgsam angefertigten Schraubengewinden versehen, welche die Verbindung der einzelnen Röhren untereinander vermitteln. Diese Verbindung ist jedoch keine directe, sondern erfolgt durch Muffen, in welche die Röhren beiderseits eingeschraubt werden. Die Muffen sind circa 4 Zoll lang, bestehen aus Stahl und hatten anfänglich $1\frac{1}{4}$ Zoll, später $2\frac{1}{4}$ Zoll äusseren Durchmesser. Zum Zwecke der Verschraubung sind sie besonders in ihrer Mitte scharfeckig gehalten. Diese Muffen haben vornehmlich den Zweck, das Gestänge vor Abscheuerung zu bewahren. Bei der raschen Drehung des Gestänges, welche bis zu 300 Touren pro Minute gesteigert werden kann, findet nämlich eine arge Abschleifung der Eisentheile statt, welche nunmehr nicht das kostspielige Gestänge, sondern nur die geringer kostspieligen Muffen trifft. Bis zu 1600 Fuss Tiefe mussten bei dem Böhmisch-Broder Bohrloche im Durchschnitte 5 bis 20, im Mittel 12 Stück solcher Muffen pro Tag ausgewechselt werden. Anfänglich wurden die Muffen durch Herrn Tophann, später von der Firma Breitfeld und Evans in Prag geliefert; eine neue Muffe kostete 10 Gulden und die Reparatur einer abgeschliffenen Muffe 6 Gulden.

3. Die Bohrkronen.

Am untersten Theile des Gestänges befindet sich die aus der Zeichnung ersichtliche Bohrkronen. In der Regel sind (wie dies der Grundriss zeigt) 10 schwarze brasilianische Diamanten von der Maximalgrösse einer Erbse, die kleinsten etwa nur $\frac{1}{4}$ so gross, eingesetzt, und zwar der Art, dass sie sich in der aufgewickelt gedachten Ringbreite decken, so dass in der Bohrlochssohle keine separaten Riefe entstehen. Die Krone selbst hat (wie dies der Grundriss zeigt) vier halbcylindrische Aushöhlungen, durch welche das eingepumpte Wasser dicht oberhalb der Sohle und gewaltsam herausdringen kann.

Die Diamanten wirken keineswegs kratzend, sondern schabend, resp. schleifend; ihre Spitzen stecken deshalb in der Krone nach Innen und sie werden so eingesetzt, dass die grösste Fläche derselben aussen sichtbar wird.

Das Einsetzen der Diamanten, auf dessen Vorzüglichkeit das ganze Bohrsystem ruht, geschieht in folgender Weise: Zuerst werden mit dem Zirkel auf der ganz glatt abgedrehten Bohrkronen die Punkte vermessen, wohin die Diamanten kommen sollen, und werden diese

Punkte mit einem Spitzzeisen derb bezeichnet. Nun wählt der Einsetzer die Diamanten und vertheilt die schwächeren zwischen die stärkeren, gibt auch nach Aussen die grösseren. Für jede Diamantengrösse wird nunmehr mittelst einer Garnitur von spitzigen, breiten und krummlinigen Meisselschneiden in den Stahl der Bohrkronen ein Bett gehauen, welches in seiner Form und Tiefe dem jeweiligen Diamanten so genau entspricht, dass derselbe stramm in dieses Loch passt. Hierauf wird der Diamant eingesetzt, so dass er gerade und mit seiner grössten Fläche in die genau abgedrehte Ebene der Bohrkronen fällt, und werden die übrig gebliebenen Zwischenräume des Bettes mit fein zurecht gehämmerten Kupferdrähten ausgefüllt. Nunmehr beginnt das Verstemmen; es wird dicht neben dem Bette und rings um den Diamanten herum der Stahl der Bohrkronen eingehauen, wodurch die Lücken des Bettes vernichtet werden und der Kupferdraht zur Ausfüllung der feinsten Lücken vermöge seiner Weichheit gedrängt wird. Das Hämmern, resp. Verstemmen führt schliesslich dazu, dass der Diamant wie ein Zahn im Kiefer dicht fest sitzt, und dass er gänzlich vom Stahle der Bohrkronen überdeckt wird, so dass die Stelle des Diamanten nur noch durch einen Buckel wahrnehmbar ist, welcher aus einer ringförmigen Tiefung hervorragt. Die an der Peripherie befindlichen Diamanten stehen aus dieser um ein Geringes heraus, damit sie auch die seitliche Abschleifung der Gesteinswände besorgen können. Wenn nun die Bohrkronen zur Wirkung gelangt, so schleifen sich zuvörderst die hervorstehenden eisernen Buckel ab und gelangen die sämmtlichen Diamanten in der vorgedachten Kronenebene zur Wirkung, mit welcher Stahlebene sie sich auch gleichmässig weiter abwetzen.

Der Preis der unansehnlichen schwarzen Diamanten (wohl nur Korunde) wechselt zwischen 20 und 50 Gulden und beträgt im Mittel 35 Gulden pro Stück.

Auf 1700 Fuss Bohrtiefe waren in Böhmisch-Brod 120 Stück Diamanten abgenützt und verloren und rechnete man bis dahin auf je 15 Fuss Bohrlochstiefe den totalen Abgang eines Diamanten und einer Gestänge-Muffe. Im Bohrloche etwa verlorene Diamanten werden dadurch aus der Tiefe geholt, dass man einen Wachsstempel hinunterlässt, und mittelst desselben die Diamanten aufholt.

Geräth man mit der Bohrung in weiches Gebirge, so wird dasselbe mit einer verzahnten Stahlkronen bearbeitet, geräth man in Letten, so genügt eine solche einfache Zahnkronen nicht, da sie das Wasser nicht austreten lässt. Der Ober-Ingenieur Schröckenstein, welcher seitens der k. k. priv. Staatsbahn-Gesellschaft die Bohrung überwachte, hat deshalb einen sehr sinnreichen Lettendrehbohrer construirt, der (in der Zeichnung ersichtlich) aus zwei gewellten Zahnkronen besteht, und bei dem das Wasser durch die Zwischenräume der Wellungen treten kann; dieser Bohrer hat sich trefflich bewährt.

4. Das Kernrohr.

An dem untersten Ende des engen Gestänges befindet sich das in Zeichnung ersichtlich gemachte Kernrohr; dasselbe dient nicht nur zur Aufnahme der breiteren Bohr-

krone, sondern auch zur Aufnahme des jeweilig abgebohrten Kernes. Man gibt diesem Rohre eine Länge von 15 bis 20 Fuss, in welcher Länge sich der Kern ansammelt.

In der Regel bricht der Kern, je nach der Festigkeit des Gesteines und je nach den Schichtungen desselben, in zoll- und fusslange Stücke und bricht die Schleuderung des Kernrohres den Kern auch bei dem festesten Gesteine von selbst ab. Bis zur Zeit meiner Anwesenheit in Böhmisches-Brod (29. October 1874) mass das längste erzielte Kernstück (aus 483 Fuss Teufe) 6 Fuss 7 Zoll an Höhe. Wenn das Kernrohr auf seine ganze Länge mit Kernen ausgefüllt ist, muss selbstverständlich das Gestänge herausgeholt werden und wird der Kern dabei immer von dem Vorsprünge der Bohrkronen festgehalten. In mürbem und weichem Gebirge spart man das Löffeln durch das Austreiben des Schmandes mit dem Ueberdruckwasser.

5. Drehen und Vordringen des Gestänges.

Man erkennt, dass die Bohrmaschinerie eine Einrichtung haben muss, welche ein Niedergehen des Gestänges auch während der Drehung desselben gestattet. Zur Beschreibung dieser Vorrichtung muss vor Allem des Bohrstuhles gedacht werden. Derselbe ist durchwegs aus I Eisen errichtet und besteht aus zwei senkrechten Ständern, welche nach rechts und links und nach rückwärts verstrebt sind, wie dies die 4 Ansichten in der Zeichnung zeigen. Die Säulen und alle Streben ruhen auf eisernen Grundbalken, welche über das Bohrschächtchen gelagert sind; die rückwärtigen Streben tragen die gesammte Bewegungsmaschinerie, auf welche wir noch weiter unten zu sprechen kommen.

Die beiden senkrechten Ständer dienen zur Führung eines Schlittens *c*, der, an Ketten *n* hängend, aufgezogen werden kann, und der sich nach Maassgabe der Bohrung, abhängig von dem selbstständigen Tieferdringen des Gestänges, also mit diesem herabsenkt. Auf diesem Schlitten befindet sich ein Tellerlager, und in diesem Lager dreht sich eine Scheibe, an welcher eine senkrechte, weite Röhre *b* befestigt ist. Diese Röhre steckt lose in einem fest gelagerten conischen Rade und wird durch letzteres vermöge Nuth und Feder gedreht, welche Einrichtung während des Drehens der Röhre ein Herabgleiten derselben gestattet.

Inmitten dieser Röhre befindet sich nun das hohle Bohrgestänge *a*, und ist dasselbe oben durch 3 Schrauben und unten durch drei starke Stifte festgehalten. Die letzteren dienen auch zur genauen Justirung des Gestänges, welches in einer und derselben Achse mit der Röhre liegen muss. Zu diesem Zwecke ist eine Einrichtung getroffen, welche gestattet, dass bei der Drehung der Justirscheibe *d* durch Spiralgewinde alle drei Stifte mit einem Male und ganz gleichmässig in der Richtung zum Mittelpuncte des Röhrenkreises vorgeschoben werden.

Aus der hier beschriebenen Einrichtung ersieht man nun, dass sich mit der Drehung der Röhre auch das Gestänge dreht, und dass, wenn sich letzteres senkt, sich auch die Röhre, resp. der Schlitten, und zwar trotz der festen Lagerung *e* der conischen Räder senkt.

6. Balanciren des Gestänges.

Es ist klar, dass das Gestänge, welches ohne die Muffen bei beispielsweise 1600 Fuss Länge schon circa 100 Centner wiegt, nicht mit seiner ganzen Last auf die Bohrlochsohle wirken darf, zumal ein solches festes Aufsitzen auch starke Knickungen des Gestänges, also arges Abscheuern der Knickstellen herbeiführen müsste. Zu diesem Zwecke muss eines der Grundprincipien der Drehbohrung, nämlich jenes der sorgfältigen Balancirung des Gestänges, beachtet werden. Dieser Anforderung wird dadurch entsprochen, dass der Schlitten und seine Last durch Contragewicht *G* und *G'* ausgeglichen wird, welche an Ketten *n* hängend, aus einzelnen Scheiben bestehen, deren Zahl vermehrt oder vermindert werden kann.

Man gibt ein mässiges Uebergewicht auf die Seite des Schlittens und kann durch Räderumsetzungen und eine Seilscheibe vermittelt eines einfachen Handgriffes dieses Uebergewicht auf der Sohle stets „spielend“ halten.

7. Heben und Einlassen des Gestänges.

Zu diesen Bewegungen dient eine Welle, welche von der Locomobile aus bewegt wird, und über welche die Kette *K* läuft, die wiederum über die Seilscheibe im Bohrthurme geht; beim Einlassen des Gestänges wird die aus der Zeichnung ersichtliche Bremsvorrichtung verwendet. Beim Anstücken oder Abnehmen der Gestängeturten wird das im Loche befindliche Gestänge zu Tage durch einen sinnreichen, auf excentrischer Bewegung beruhenden Schlüssel festgehalten. Der Bohrthurm ist so hoch, dass 8 Gestängestücke (also circa 50 Fuss Gestängelänge) mit einem Mal gelöst werden können.

8. Pumpen.

Zur stetigen Niederpressung des Wassers durch das hohle Gestänge dient eine in der Zeichnung ersichtlich gemachte und von der Locomobile aus bewegte Druckpumpe *P*, welche mit drei Atmosphären Ueberdruck arbeitet. Die Einstromung der Wassers geschieht durch ein flexibles Rohr *i*, welches der Senkung des Gestänges folgen kann, und durch einen Hahn *h* von bekannter Einrichtung und conischem Dorne, welcher letzterer trotz des Abschleifens die Wasserdichtigkeit wahrt.

9. Motor.

Zum Betriebe der ganzen Maschinerie dient eine Locomobile von 18 Pferdekraft, welche in Böhmisches-Brod bei einer Teufe von 2000 Fuss noch ausreichend war, für Teufen bis 1000 Fuss genügt eine 9 Pferdekraft-Maschine. Die Zahl der Umdrehungen des Gestänges beträgt dabei im Durchschnitte etwa 200 pro Minute.

Die bedeutenden Tiefenfortschritte bei dem Böhmisches-Broder Bohrloche haben die Construction der anfänglich gewählten Maschinerie überholt, und musste im Laufe der Bohrung sowohl eine stärkere Maschine, als auch ein verstärkter Mechanismus, welcher von Breitfeld und Evans in Prag geliefert wurde, eingeführt werden; die dadurch entstandenen Störungen haben die nachfolgenden Fortschrittsresultate sehr beeinträchtigt.

10. Betriebsresultate.

a) Fortschritte.

Das Böhmisches-Broder Bohrloch ist auch deshalb sehr interessant, weil es das erste ist, welches mit der Diamant-Röhrenbohrung über 1500 Fuss Teufe hinausging, und weil noch niemals früher eine Bohrteufe, wie in Böhmisches-Brod, rascher erreicht worden ist.

Im Allgemeinen konnte man das sehr feste quarzige Conglomerat des Rothliegenden mit einem Fortschritte von $\frac{1}{4}$ Wr. Zoll, den sehr festen feinkörnigen Sandstein des Rothliegenden mit einem Fortschritte von 1 Wr. Zoll und den sehr festen Schiefer mit einem solchen von $\frac{1}{4}$ Wr. Zoll pro Minute bewältigen. Es ist dies gegenüber der Sperenberger Leistung, woselbst man zu 1 Zoll prss. 24, resp. 31 $\frac{1}{2}$ Minuten brauchte, ein geradezu überraschendes Resultat.

Incl. des Ein- und Aushängens bohrte man in Böhmisches-Brod pro 24 Stunden gewöhnlich 20 Fuss, im Sandstein gewöhnlich 15, im Schiefer meist 42 Fuss; aussergewöhnliche Leistungen erzielte man am

14. September	bei	972'	Teufe	mit	31' 11"	Fortschritt,
15. "	"	1015'	"	"	43' —	"
16. "	"	1058'	"	"	43' 4"	"
17. "	"	1111'	"	"	53' —	"

Derlei geradezu grossartige und bis dahin noch niemals gekannte Leistungen führten zu einem sehr raschen Gesamtfortschritte der Teufung, welche am 10. Juli 1874 begonnen wurde.

Die folgende Tabelle macht diese Fortschritte übersichtlich.

10. Juli	1874	0 Fuss	0 Zoll
31. Juli	"	313 "	6 "
15. August	"	563 "	2 "
31. August	"	748 "	11 "
15. September	"	1058 "	8 "
30. September	"	1206 "	0 "
15. October	"	1517 "	8 "
28. October	"	1703 "	4 "
4. November	"	1860 "	0 "

Bis 28. October hatte man in 110 Arbeitstagen, von denen 36 Tage wegen Störung an den maschinellen Einrichtungen abgezogen werden müssen, also in 74 productiven Arbeitstagen pro Tag eine Leistung von 22·8 Fuss (1 Wr. Zoll = 5·2 Minuten Zeit) erzielt; incl. jener Störungen eine solche von 15·6 Fuss pro Tag.

Vom 4. November bis 23. Jänner wurde die Gesamtteufe des Loches nach dem seither erschienenen Berichte des Herrn Heinrich Reich (Berg- und Hüttenm. Jahrb. 1875) auf 2207 Fuss 4 Zoll gebracht; an diesem Tage stand das Loch noch immer im Rothliegenden, musste jedoch wegen Abbrandes des Bohrthurmes und der Nebengebäude und der dadurch entstandenen Vernichtung der Maschinen vorläufig eingestellt werden.

Seither arbeitet man an der Wiedergewältigung und will man (nach Reich) die Bohrung zum Bedauern der Fachleute nur bis zu 2400 Fuss überhaupt noch fortsetzen.

Die Gesamtteufe von 2007 Fuss 4 Zoll wurde in 227 Tagen, während welcher jedoch nur 314 zwölfstündige Schichten gearbeitet wurden, erreicht; pro 12 Stunden Arbeitszeit entfallen also 7·03 Fuss, demnach pro Stunde 7·03 Zoll Fortschritt, oder pro Zoll Bohrteufe = 8·5 Minuten, also nur $\frac{1}{3}$ der Zeit, welche die maschinelle Bohrung in Sperenberg pro Zoll beanspruchte.

b) Kosten.

Die Kosten des Böhmisches-Broder Bohrloches betragen bis zur Teufe von 2207 $\frac{1}{2}$ Fuss (nach Reich) 111.000 fl., daher pro Klafter rund 300 fl., ein Preis, welcher allerdings sehr gross und seither in dem interessanten Aufsätze des rühmlichst bekannten Bohr-Ingenieurs Herrn J. Noth (Zeitschrift des Berg- und Hüttenm. Vereins in Kärnten 1875) des Näheren in Vergleich zu anderen Bohrungen gestellt worden ist, und welcher von jenem der früher erwähnten tiefen Sperenberger Bohrung (14 $\frac{1}{2}$ Thaler pro prss. Fuss) grell absticht.

c) Besondere Verkommnisse.

Interessant ist die Wirkung der verloren gegangenen Diamanten im Bohrloche. Dieselben arbeiten nämlich, wie leicht erklärlich, den Bohrspund (Kern) gleich der besten gedrechselten Schraube aus.

Ein interessanter Zwischenfall war beim Böhmisches-Broder Bohrloche in 17 Klafter Teufe vorgekommen; man hatte dort eine lose Gerölleschichte durchbohrt, die man mit dem Kernbohrer nicht fassen konnte; man bohrte deshalb tiefer und brachte dieselbe mit einem dünnen Kernstücke von nur 2 $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke, wie auf einem Teller liegend, schliesslich durch Kernrohr zu Tage.

11. Vorthelle des Bohrsystemes.

Das neue Bohrsystem hat, in aller Kürze betrachtet, die folgenden Vorthelle:

- Ungemeine Raschheit des Bohrens überhaupt.
- Weniger Brüche, weil Stösse vermieden werden.
- Die beim Stossbohren so häufig vorkommenden Meisselklemmungen sind vermieden.
- Der kleine Durchmesser des Loches sichert den Bestand desselben mehr als ein weites Loch.
- Das Treiben und Ausziehen der Röhren ist durch die obigen Umstände und durch die Glattheit der Wände sehr erleichtert.
- Die Anwendung des Wasserstrahles gestattet eine Spülung der Bohrlochsohle vor Beginn der Arbeit, eine grosse Erleichterung der Arbeit überhaupt, sowie auch eine sehr rasche Entfernung des Nachfalles durch die Ausspülung.
- Die Beachtung der Farbe des Ausflusses des Wassers controlirt fast unmittelbar die Beschaffenheit der in der Tiefe erbohrten Schicht.
- Die Hohlheit des Gestänges gestattet durch die Einführung conischer und trichterförmiger Schraubenbohrer erfahrungsgemäss sehr leicht die Bewältigung von Gestängebrüchen.

- i) Die Erweiterung des Loches kann durch Umbohrung desselben, also auch die Umbohrung eines gebrochenen Kronen- oder eines Kernrohres sehr leicht durch Anwendung grösserer Durchmesser bewerkstelligt werden. Diese jederzeit mögliche Erweiterung des Loches ist ein ausserordentlicher Vortheil gegenüber der alten Bohrmethode.
- k) Der Hauptvortheil besteht in der durchgängigen Ausbohrung eines Kernes, also in der Sichtbarwerdung selbst der kleinsten Flötze und der Schichtungen des Gebirges; die Studien, welche also der, die ganze erbohrte Gebirgsmächtigkeit sichtbar machende Bohrkern in geologischer, mineralogischer und chemischer Beziehung gestattet, sind oft von ungeheuerem Werthe und sparen manches andere Bohrloch.

12. Nachtheile der Bohrmethode.

- a) Der grösste Nachtheil besteht dormalen noch in den hohen Kosten der patentirten Bohrung, welche wenigstens noch einmal soviel betragen, als bei der alten Methode.
- b) Ein sehr grosser Nachtheil, welcher sich bei einer Bohrung nächst Lugau verwirklicht hat, tritt dann auf, wenn man von weicherem Gebirge auf festes übergeht. Der Wassertrom wäscht dann die weiche Schicht kolkartig aus und veranlasst ungebührlichen Nachfall.
- c) Gelangt man aus einer weichen auf eine glatte, stark fallende und sehr feste Gebirgsschicht, so bietet, besonders wenn eine Auskolkung der weichen Schicht vorgekommen ist, diese schiefe Fläche Anlass zu Gleitungen und Kernrohrbrüchen, weil das Rohr wegen mangelnder Führung stark schleudert.
- d) Der Hauptübelstand der Diamant-Röhrenbohrung tritt aber dann auf, wenn man genöthigt ist, die Wandrohresofort mit der vorschreitenden Bohrung zu senken. Da nämlich der Kernbohrer durch die Wandrohre eingeführt werden muss, so bohrt er immer ein Loch von geringerem Durchmesser, als jener der Röhren ist; und wenn man auch durch stetiges „Umbohren“ das Loch von oben herab immer wieder breiter machen kann, so entstehen doch durch diesen Mangel der Diamant-Röhrenbohrung stets grosse Kosten. Das brüchige Gebirge ist demnach, wie es auch thatsächlich die Erfahrungen in Sachsen gelehrt haben, ein grosser Feind der Diamant-Röhrenbohrung, ein Feind jedoch, der durch die Erfindung eines rationalen Erweiterungs-Drehbohrers, oder aber durch verjüngte Löcher mit an die Wandrohre geschraubten, verlorenen Bohrkronen sofort überwindbar ist.

Seit der Abhaltung meines Vortrages über die Böh-misch-Broder Tiefbohrung hat sich die deutsche Literatur über die Diamant-Röhrenbohrung, ausser den früheren Aufsätzen von Bluhme und Broja in der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen (1873) und von Jarolimiek in der österr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1874, schon so sehr und nützlich verbreitet, dass es nöthig ist, darauf hinzuweisen.

Es sind erschienen die Aufsätze von:
Professor Bukowský in den Mittheilungen des böhm. Architekten- und Ingenieur-Vereines, 1875;
Ingenieur Reich in dem Berg- und Hüttenmänn. Jahrbuch der k. k. Bergakademie zu Leoben und Příbram, 1875;

Ingenieur J. Noth in der Zeitschrift des Berg- und Hüttenmänn.-Vereins für Kärnten, 1875;

Professor F. Rochelt in der Zeitschrift des Berg- und Hüttenmänn.-Vereins für Kärnten, 1875;

Ingenieur H. Ott in der Zeitschrift „Berggeist“, 1875 Nr. 95.

Besonders aufmerksam muss auf den Aufsatz des Herrn J. Noth gemacht werden, welcher das Seilbohren vertheidigend, interessante kritische Zusammenstellungen enthält.

Im Gegensatz zu den Schlüssen des Herrn Noth liefert aber gerade wieder der Aufsatz des Herrn Ingenieurs und Salinendirectors Ott einen Beweis der immensen Wichtigkeit der Diamant-Röhrenbohr-Methode, indem in diesem Aufsatz die den Erfahrungen und Bemühungen des Herrn Schmidtmann zu verdankende ungemein rapide Niederstossung des Bohrloches bei Rheinfelden in der Schweiz vermittelt der neuen Bohrmethode geschildert wird, woselbst in der Zeit vom 14. August bis 1. September 1875 eine Tiefe von 739 englischen Fuss und, nach einer Störungszeit vom 1. bis 22. September, vom 22. September bis 30. September 1875, also binnen 28 productiven Arbeitstagen die Gesamttiefe bis auf 1225 englische Fuss gebracht wurde. Die Maximalleistungen bei diesem Loche waren pro 24 Stunden am 22. August 71' 11 1/2" und am 26. September 1875 sogar 76' 8", abgesehen von der Anfangsgeschwindigkeit, welche am 21. August sogar 65' 5" pro 12 Stunden betrug. Neueste Nachrichten über die Diamant-Röhrenbohrung bestätigen wieder einen grossen Erfolg, u. z. beim Bohrloche zu Libau.

Der Bau des grossen Stauwehres im Sill-Flusse an der Brenner-Bahn.

(Strecke Innsbruck - Matrey.)

Von

L. Winkelblech,

Ingenieur.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 2 und 3.)

Zweck der Wehranlagen.

Zwischen Innsbruck und Matrey, an dem nördlichen Abhange des Brenners, folgt die Trace der Brenner-Bahn im Ganzen dem Laufe des (in der Nähe des Brenner-Passes entspringenden und bei Innsbruck in den Inn mündenden) Sill-Flusses, zumeist an dessen rechtem Ufer in beträchtlicher Höhe über dem Wasser an der Thalwand hinziehend.

Nebst vielen kleinen Gebirgsbächen empfängt die Sill grössere Zuflüsse aus den bei den Dörfern Gries, Stafflach und Steinach, sowie am Schönberg (Stubaythal) mündenden Seitenthälern, deren Niederschlagsgebiete zum Theil jenen

des engbegrenzten eigentlichen Sill-Thales mindestens gleichkommen und mit ihren Quellen vielfach in die Regionen des Sommerschnee's und der Gletscher hinaufreichen.

Die Hochwässer des Sill-Flusses treten deshalb am stärksten und oft sehr rapid in den Monaten Juni, Juli und August auf, um welche Zeit der Schnee in den Hochgebirgen in grösseren Massen schmilzt; ausserdem auch in Folge starker Gewitterregen in den Sommer- und Herbstmonaten, während im Winter und Frühjahr andauernd niedrige Wasserstände vorkommen.

Unterhalb Matrey, gegen Innsbruck, beträgt das relative Gefälle des Flusses 1 bis 3 Percent, im Durchschnitt ungefähr ebensoviel als jenes der Bahn, welche von Matrey bis Innsbruck continuirlich mit 1:40 fällt.

Die Sohle der Sill besteht an den meisten Stellen aus Thonschieferfelsen, welcher mit Felsblöcken und Geschieben desselben Gesteines, sowie mit Granit- und anderen Urgebirgs-Geschieben und Findlingen bedeckt ist, welche vom Flusse grösstentheils langsam fortgerollt werden.

Die steilabfallenden Thalwände, welche an ihrem Fusse ausser dem Flussbette nur vereinzelt schmalen Wiesenstreifen Platz lassen, bestehen im Kerne ebenfalls aus Thonschieferfelsen, welcher jedoch an der Oberfläche mit dessen mannigfachen Verwitterungs-Producten, sowie mit Alluvium, Geröllen und Findlingen bedeckt ist.

An ihrem Fusse von dem Flusse angegriffen, in ihren äusseren Schichten von Thonlagern und glatten Felsflächen, sowie von zahlreichen Wasseradern durchzogen, sind diese Thalwände häufigen und bedeutenden Abrutschungen unterworfen, welche durch die fortschreitende Entwaldung noch mehr begünstigt werden, und welche bei dem Bahnbaue, wegen der unvermeidlichen Störungen des Gleichgewichtes in den äusseren Terrainschichten, grosse Vorsicht bei der Anlage des Bahnkörpers und kostspielige Schutzbauten erforderten.

Besondere Bauschwierigkeiten, wenn auch nur theilweise in Folge von Abrutschungen, bot unter Anderem auch die in der Situations-Skizze und in den Querprofilen, Blatt 2, dargestellte Partie von Station 158 bis Station 164 (Bauverpflockung) der Bahn.

Bei Station 161 mündete eine tief eingeschnittene Schlucht mit einem kleinen Bachlaufe bahnseitig in die Sill. Letztere bildete an dieser Stelle am rechten Ufer eine gegen die Bahn convexe Curve und war am linken Ufer durch eine vorspringende Felswand begrenzt.

Die Breite zwischen der ursprünglich projectirten Bahnachse (I des Querprofils) und dem Sill-Ufer reichte zwischen Station 159 und Station 163 zur Herstellung einer gewöhnlichen Anschüttung, wie solche bei derartigen Thalübersetzungen an der Brenner-Bahn, mittelst seitlicher Ableitung der betreffenden Wasserläufe, meist zur Anwendung kamen, nicht aus. Vielmehr sollte ein Steinsatz mit einfüssiger Böschung vom Sill-Ufer bis zur Bahnkrone aufgeführt werden, und war auch noch, um die nöthige Breite für die Basis des Steinsatzes zu gewinnen, eine Correction des Flusses mit Einschnitt am linken Ufer nöthig.

Die Sohle der Fluss-Correction sollte thunlichst hoch und mit schwächerem, als dem vorhandenen Flussgefälle angelegt werden, so dass im mittleren und unteren Theile der Fluss-Correction, wie aus dem Querprofile Nr. 161 + 40, Blatt 2, ersichtlich, eine Hebung des Wasserspiegels von 3.2—4.7^m erreicht worden wäre, und am unteren Ende der Fluss-Correction ein Absturz in der Felsensohle entstanden sein würde.

Der Bachlauf ist bei Station 162 mittelst eines gemauerten Gerinnes oberhalb der Bahn gefasst, längs derselben in dem Einschnitte bis Station 164 geleitet und dort durch einen einfachen Durchlass von 8.0 bis 9.5^m Länge abgeführt worden.

Die Masse der für den Steinsatz von 46.5^m Höhe nöthigen Steinschlichtung würde im Ganzen circa 74.300 Cubikmeter betragen haben.

Während nun in den ersten Baujahren 1864 und 1865 nach dem Projecte gearbeitet wurde, zeigte sich immer deutlicher, dass die in den Einschnitten gewonnenen Steine meist zu sehr verwittert waren, um zur Steinschlichtung verwendet werden zu können, und dass die Ausbeute an brauchbarem, wetterbeständigem Materiale zur Deckung des grossen Bedarfes weitaus nicht hinreichen würde.

Durch die später vorgenommene Verlegung der Bahnachse mittelst Curven von 285^m Radius und kurzen Zwischengeraden weiter vom Flusse ab (Achse II der Zeichnungen) konnte zwar die nöthige Steinsatzmasse etwas reducirt, aber keine durchgreifende Aenderung der ganzen Anlage erzielt werden. Die Bahn noch weiter vom Flusse ab zu verschieben, war nicht statthaft wegen der beiden an die Schlucht angrenzenden tiefen und rutschigen Einschnitte bei Station 157 und Station 164, deren weitere Vergrösserung voraussichtlich grosse Abrutschungen hervorgerufen, sowie die Einschnittsmassen unverhältnissmässig vergrössert und die schiefe Breite der Einschnittsböschungen bis zum Schnitte mit den steilen Thalwänden auf weit über 100^m gesteigert haben würde.

Gleichzeitig wurden während der Ausführung des Einschnittes am linken Flussufer in Folge der Einsprengungen in die wenig compacte Felswand, welche den Fuss des linksseitigen Thalhangs bildete, Anzeichen bevorstehender Rutschungen wahrgenommen, derart, dass bei weiterer Fortsetzung der Arbeit befürchtet werden musste, die ganze linksseitige Berglehne werde sammt der etwa 100^m über der Thalsohle führenden kunstgerecht angelegten Poststrasse in Bewegung kommen.

Diese Umstände führten dazu, dass das bestehende Project ganz aufgegeben und die bereits danach begonnene Arbeit im zweiten Baujahre (1865) eingestellt ward.

Statt dessen wurde über Anregung des damaligen Baudirectors der Südbahn, Herrn Pressel, die Ausführung eines grossen Stauwehres quer durch die Sill gegenüber der Bahnstation 158 angeordnet, um hierdurch den Wasserspiegel oberhalb desselben zu heben, dem Fusse des Bahnkörpers und des angebrochenen linksseitigen Ufers durch den vermehrten hydrostatischen Druck eine grössere Festig-

keit zu geben, sowie um gleichzeitig eine grössere Breite des oberen Wasserspiegels zu gewinnen, welche bei der gemässigten Flussgeschwindigkeit wiederum auf das normale Maass mittelst Vorrückung des Bahnkörperfusses gebracht werden konnte.

Durch die Ausführung des Stauwehres ist es in der That möglich geworden, wie aus den Querprofilen, Blatt 2, näher ersichtlich ist, die Schlucht bei Station 161 durch eine einfache Anschüttung, allerdings mit etwas mehr als $1\frac{1}{2}$ füssiger, nämlich mit $\frac{3}{4}$ füssiger Böschung, ohne Anwendung von Ufermauern zu schliessen und zugleich den Bewegungen der linksseitigen Thalwand vorzubeugen.

Project.

Das Wehr sollte anfangs die im Längenschnitt, Blatt 3, punctirt gezeichnete Gestalt erhalten, nämlich $13\cdot2^m$ Stauhöhe (für $1\frac{1}{2}$ füssige Bahndamm-Böschung) und eine aus 4 wellenförmig abgerundeten Stufen bestehende Oberfläche; dabei war beabsichtigt, den ganzen Wehrkörper aus Steinwurf — mit Abdeckung der Oberfläche durch Trockenpflaster aus grossen Steinen — und ohne besondere Fundierungsarbeiten herzustellen.

Die Stauhöhe konnte bei Anwendung $\frac{3}{4}$ füssiger Böschung des Bahndammes und nach sonstigen kleineren Modificationen des Projectes später auf $8\cdot2^m$ reducirt werden.

Die Anordnung der wellenförmigen Stufen bezweckte, die Geschwindigkeit des abstürzenden Wassers derart zu mässigen, dass es am Wehrfusse mit möglichst geringer Geschwindigkeit ankäme und denselben weniger leicht unterwaschen könne. Während des Baues machte sich jedoch das maassgebende Bedenken geltend, dass die Verspannung der einzelnen Steine in den convexen Abrundungen nicht genügen werde, das Herausreissen derselben durch starke Hochwässer zu verhindern. Dem definitiven Baue wurde deshalb die im Längenschnitte (Blatt 3) gezeichnete glatte Oberfläche gegeben.

Bei Ausführung der Wellenform würde übrigens eine erhebliche Verringerung der Wassergeschwindigkeit wegen der relativ geringen Länge und bedeutenden Höhe der Stufen kaum erreicht worden sein.

Ein in dieser Weise aus Steinwurf und Trockenpflaster fertig hergestelltes kleineres Sill-Wehr ist in der That vom Hochwasser des Jahres 1866 gänzlich zerstört worden.

Letzterer Umstand, sowie anderweitige Beobachtungen über die Wirkung der Hochwässer des Sill-Flusses führten auch dazu, dass statt der anfänglich beabsichtigten trockenen Ausführung die Oberfläche und andere am meisten exponirte Theile des Wehrkörpers in Cementmörtel gemauert wurden.

Ferner musste von der Verwendung der an der Bahn vorkommenden besseren Thonschiefer zu den mit dem Wasser in Berührung kommenden Flächen im Laufe des Baues ganz abgegangen werden, da dieselben sich zu wenig hart und zur Herstellung einer vollkommenen Quaderverkleidung, wie sie sich als nothwendig herausstellte, nicht geeignet erwiesen. Sie wurden deshalb durch besten Granit (aus dem Stubay-Thale) ersetzt.

Vorkehrungen zum Bau.

Der Bau des Wehres begann im December 1865 mit Räumung der Baustelle für die Blockwände Nr. I (Blatt 3) von grossen Steinen. Um diese und die folgenden Arbeiten vom Wasser unbehindert vornehmen zu können, wurde sodann oberhalb des Wehrkörpers eine doppelte Spundwand mit Thonausstampfung quer durch den Fluss geschlagen und von dieser ausgehend längs des rechten Ufers das hölzerne Gerinne Nr. I gelegt, für welches bei dem grossen Gefälle von 1:20 ein lichter Querschnitt von $4\cdot7^m$ Breite und $1\cdot3^m$ Höhe genügte, um bei gewöhnlichen Wasserständen und selbst bei mässigen Hochwässern den grössten Theil der Wassermasse aufzunehmen. Der Rest drang durch die Gerölle, in welche die Spundwand geschlagen war. Letztere schloss sich am linken Ufer direct an die Thalwand, am rechten Ufer dagegen an einen provisorischen Steinwurf an, welcher das Ende der Spundwand mit dem Ufer derart verband, dass eine regelmässige Einmündung des Wassers in das Gerinne bewirkt wurde.

Letzteres lag am unteren Ende genügend hoch, um den Wehrfuss mit den Blockwänden Nr. I darunter ausführen zu können.

Nach Fertigstellung der Spundwand und des Gerinnes konnte am Wehrfuss die aus Thonschieferfelsen bestehende Flusssohle vollständig blossgelegt werden. Das ausserhalb des Gerinnes zuströmende Wasser wurde durch einen flussabwärts eingesprengten Graben abgeführt und so die Baustelle trocken gelegt.

Nach Vollendung des Wehrfusses bestand der allgemeine Gang der Arbeit in der vollständigen Aufmauerung der linksseitigen Wehrhälfte zwischen Gerinne und Ufer bis zur Wehrkrone, sodann wurde auf den fertigen Theil das Gerinne Nr. II gelegt, der Fluss in dasselbe eingeführt und nach Beseitigung des ersten Gerinnes schliesslich die rechtsseitige Wehrhälfte im Trockenem hergestellt.

Construction.

Der eigentliche Wehrkörper schliesst sich dicht an die linksseitige Thalwand an. Mit dem bahnseitigen Ufer ist er oberhalb durch einen gekrümmten Sporn verbunden, welcher in die natürliche Thalwand eingreift. Der Raum zwischen der rechtsseitigen Begrenzung des Wehres und dem Uferhang ist durch Steinschlichtung in gleicher Höhe mit der rechtsseitigen Ufermauer des Wehres voll ausgesetzt worden. Die zum Schutze der Thalwände unterhalb des Absturzes anschliessenden Ufersteinwürfe (Trockenmauern) legen sich dicht an die gewachsenen Ufer an und sind meist auf Felsen im Trockenem fundirt. Oberhalb des Wehres ist nach Vollendung desselben und nach geschehener Auffüllung der Flusssohle noch ein Ufersteinwurf längs dem Fusse des Bahndammes ausgeführt worden, welcher sich flussabwärts derart an den rechtsseitigen Ufersporn des Wehres anschliesst, dass die normale Flussbreite allmählig in die verminderte Breite des Ueberfalles übergeführt wird.

Die Hauptmasse des Wehres besteht ebenso wie die oberhalb und unterhalb anschliessenden, unter dem Namen „Steinwurf“ ausgeführten Uferbefestigungen aus regelmässig geschichteten Steinen, und zwar die inneren Theile aus kleineren, die äusseren aus grösseren Stücken. Für letztere war das Minimal-Volumen von $3 \cdot 2^{\text{km}}$ vorgeschrieben. Am Wehrkörper sollte die Dicke der aus grösseren Steinen herzustellenden Schichte $3 \cdot 2^{\text{m}}$ betragen, und ist danach die im Längenschnitt, Blatt 3, angegebene stufenförmige Begrenzung entstanden, welche noch nach dem ersten Project angelegt ist. Die äussersten mit dem Wasser in Berührung kommenden Schichten sämtlicher Steinbauten sind als Trockenmauerwerk, d. h. mit rauh bearbeiteten Fugen, behandelt, sofern sie nicht, wie in der Sohle und am Fusse der Seitenböschungen des Wehres selbst, als massives Quaderpflaster in Cementmörtel hergestellt sind. Zu letzteren Arbeiten wurde, wie schon erwähnt, Granit aus dem Stubay-Thale, zu den übrigen Steinarbeiten wurden Thonschiefer besserer Qualität aus Brüchen in der Nähe der Bahn und Findlinge aus dem Flusse verwendet, und diese diversen Materialien vorher nach Grösse und Qualität zur Verwendung ausgesucht.

Die Blockwände Nr. I am eigentlichen Wehrfusse bestehen aus zwei in $3 \cdot 2^{\text{m}}$ Abstand angebrachten Reihen schmiedeeiserner Piloten von je $0 \cdot 063^{\text{m}}$ Stärke, für welche die Löcher in die Felsensohle von Hand vorgebohrt wurden. Die Eisenstangen sind unten stumpf abgeschnitten. In die etwas engeren Bohrlöcher mussten sie meist eingerammt werden und sassen darin durch Gewicht und Reibung sehr fest. Auf die Stangen sind hölzerne Hülsen (Brunnenröhren) geschoben, die verbleibenden Hohlräume mit Cement ausgegossen.

Die Stangen einer Reihe sind untereinander durch Holmhölzer verbunden, welche von den Muttern der am oberen Ende mit Gewinden versehenen Eisenpiloten festgehalten werden. Nebstdem verbinden Zangenpaare, welche an die Hülsen angepasst sind, sowohl die Piloten je einer Reihe unter sich, als auch jede Pilote der vorderen mit der ihr gegenüberstehenden der hinteren Reihe. Durch zusammengeschraubte Blockhölzer, welche hinter beiden Pilotenreihen aufgerichtet sind, werden geschlossene Wände gebildet, welche im Stande sind, bei etwaigen Unterwaschungen des Wehrfusses die Zerstörung des Wehrkörpers zu verhindern oder wenigstens zu verzögern.

Die Blockwände greifen beiderseits in die Ufermauern ein. Holme, Zangen und Blockhölzer bestehen aus Lärchenholz.

Der kastenförmige Raum zwischen den Blockwänden ist in der Sohle nach vollständiger Blosslegung des Felsens mit Béton — im Uebrigen mit Mauerwerk in Cementmörtel — ausgefüllt und mit Granitquadern abgedeckt.

Vor der vorderen Pilotenreihe wurde eine mit $2 : 5$ abfallende schwere Steinlage aus Trockenmauerwerk angebracht, deren Fuss in die Felsensohle eingriff. Dieselbe hat sich jedoch bei dem enormen Wasserangriffe an dieser Stelle nicht halten können, sondern ist vom Flusse bald zerstört worden. Da eine Verbindung derselben mit den Seitenmauern

und mit dem Wehrkörper nicht bestand, war dies von keinem wesentlichen Nachtheil.

Hinter den Blockwänden ist zur grösseren Sicherheit noch eine zweite, auf den Felsen fundirte und in Cementmörtel aus den schwersten Steinen massiv gemauerte Scheidewand quer durch die Wehrsohle aufgeführt, deren Deckquader durch eiserne Dollen in den Stossfugen zu einer zusammenhängenden Steinschwelle verbunden sind.

Von der zweiten Pilotenreihe ab ist die Wehrsohle durch hochkantige, in Form einer niedrigen Scheidewand eingemauerte Quadern in zwei Hälften getheilt, damit bei niedrigen Wasserständen der Fluss in die eine Hälfte geleitet, und die andere behufs Revision und Reparaturen trocken gelegt werden kann.

Die flussabwärts vom eigentlichen Wehre angebrachte Blockwand Nr. II ist ganz ähnlich construirt wie jene am Wehrfusse. Dieselbe bezweckt lediglich, die Geschwindigkeit des abstürzenden Wassers durch Aufstau zu mässigen und dadurch Unterwaschungen der Uferschutzbauten und des Wehrfusses zu verhüten. Die Oberkante dieses untersten Ueberfalles liegt in gleicher Höhe mit jener der Blockwände Nr. I. Vor der Blockwand Nr. II und vor den concaven Stellen der Uferschutzbauten wurden gegen Schluss des Baues Lagen von sogenannten Kettensteinen angebracht, worüber unten Näheres angegeben ist.

Hilfsgerüste.

Bezüglich der Hilfsgerüste und Hilfsvorkehrungen für die Ausführung, welche ausser der erwähnten Spundwand und den beiden Gerinnen zur Anwendung kamen, ist zunächst noch zu bemerken, dass behufs Einführung des Flusses in das zweite, beträchtlich höher als das erste gelegte Gerinne, sowie behufs Fundirung der beiderseitigen oberen Ufermauerköpfe noch mehrfache, aus Pfahlreihen, Faschinenlagen und Steinschüttung bestehende Fangdämme nöthig waren, welche bei circa 3^{m} Dicke dem Zwecke gut entsprochen und hohe Wasserstände ausgehalten haben. Die Beistellung der nöthigen Bruch- und Werksteine geschah mit Hilfe mehrfacher Gerüste, wovon ein Theil im Trocknen, ein anderer Theil im Flusse oberhalb des Wehrkörpers aufgestellt wurde; letztere waren zum Theil auf Piloten gestellt und mit verzahnten Trägern überbrückt; die übrigen bestanden aus Böcken mit Lang- und Querschwellen-Belag und diagonalen Längsversteifung; alle waren mit leichten Dienstbahnen versehen.

Die Hauptmasse des Steinmaterials musste auf etwa 1^{km} Entfernung längs der Bahn transportirt werden, und zwar von Süden her. Um dabei das kostspielige Schieben der Steinwagen auf der Bahnsteigung von $1 : 40$ zu vermeiden, wurde eine besondere Transportbahn auf obige Länge angelegt, welche von dem Ausgangspunkte in der Bahnkrone an mit schwachen Steigungen unter dieser bis zu Station 160 führte. Hier wurden die beladenen Steinwagen auf einer mit $1 : 1 \cdot 4$ geneigten schiefen Ebene mittelst einer Bremshaspel zum Wehre hinabgelassen und unten auf den einzelnen Gerüsten zu den verschiedenen Arbeits-

stellen geschafft. Die Steinwagen gingen dabei am oberen und unteren Ende der schiefen Ebene über kleine Drehscheiben und innerhalb der geneigten Bahn auf dreieckigen, am Haspeldrahtseile angehängten Untersatzwagen derart, dass die Steinwagen nirgends um- und erst an der Verwendungsstelle ausgeladen wurden.

Zum Schutze unvollendeter oder beschädigter Stellen der Ufermauern wurden mit Erfolg kurze, aus verschraubten starken Blockhölzern gezimmerte Tafeln (Blatt 3) verwendet. Sie wurden von oben herab in die Strömung vor die zu schützende Stelle gesenkt, mit Eisenschienen etc. belastet und rückwärts an Tauen und Pfählen befestigt.

In den beiden Flussgerinnen waren die am Ende der einzelnen Dielenlängen quer durchlaufenden Fugen mit Eisenblech überdeckt. Das Gerinne Nr. I lag durchaus im Gefälle von 1:20, das Gerinne Nr. II dagegen musste in dem untersten Theile ein schwächeres Gefälle erhalten, als in dem oberen, auf dem Wehrkörper ruhenden. Dieser Umstand, resp. der dadurch entstehende concave Gefällsbruch, ist anscheinend von besonderem Nachtheil gewesen. Im Sommer 1867 wurde nämlich der untere Theil des Gerinnes, ohne dass vorher irgend eine Beschädigung daran sichtbar gewesen wäre, plötzlich vom Flusse an der Stelle des Gefällsbruches losgerissen und in wenigen Secunden total zertrümmert, während der übrige steilere Theil des Gerinnes unbeschädigt bis zur Vollendung des Baues, resp. bis zur Abtragung des Gerinnes, stehen blieb.

Ausser den vorerwähnten Hilfsvorkehrungen waren nebst mehrfachen Ueberbrückungen der Baustelle noch mehrere Bohr-, Bagger- und Rammgerüste etc. nöthig.

Massen und Kosten.

Die Quantitäten und Kosten des gesammten Wehrbaues setzen sich mit Einschluss der oberhalb und unterhalb anschließenden Uferbauten ungefähr folgendermassen zusammen:

Uferschutz oberhalb des Wehres:

Steinwurf am Fusse des Bahndammes	790 ^{kbm} à fl. 0.95	750 fl.
Trockenpflaster daselbst in der Dammböschung.	126 " " 4.43	560 "

1310 fl.

Wehrkörper und Uferschutzbauten unterhalb des Wehres:

Fundamentaushub	2250 ^{kbm} à fl. 0.32	720 fl.
Steinwürfe grösserer Gattung (Trockenmauern)	6227 " " 1.90	11832 "
Desgleichen kleinerer Gattung (Steinschlichtungen)	6800 " " 0.95	6460 "
Bearbeitung der sichtbaren Flächen der Steinwürfe	2780 ^{qm} " " 0.50	1390 "

Trockene Stützmauer am linken Ufer	.474 ^{kbm} à fl. 4.43	2100 fl.
Mauerwerk in hydraulischem Mörtel im Wehrkörper	.177 " " 7.90	1400 "
Deckstücke von Granit	.289.6 " " 79	23590 "
Sohlen- und Böschungspflaster aus Granitwerkstücken in Cementmörtel	.116.7 " " 84	9805 "
Granitquader in Cementmörtel	.31.6 " " 95	3000 "
Bearbeitung der sichtbaren Flächen des Mörtelmauerwerks incl. Fugenverguss	100 ^{qm} " " 0.70	70 "
Bétonirungen	.111 ^{kbm} " " 19	2109 "
Eiserne Klammern, Bänder, Dollen etc.	33.54 Ctr. " " 16	537 "

63013 fl.

Blockwände Nr. I:

Holme, Zangen, Blockhölzer etc. von Lärchenholz	.368 M. à fl. 3.64	1340 fl.
Eiserne Pilotensammt Muttern u. sonstige Schrauben	.39.05 Ctr. " " 25	976 "
Bohren der Löcher für Eisenpiloten	25 Stück " " 10	250 "

2566 fl.

Blockwände Nr. II:

Lärchenhölzer wie oben	.411 M. à fl. 3.64	1495 fl.
Piloten u. Schrauben	58 Ctr. " " 25	1450 "
Bohren der Löcher	34 Stück " " 10	340 "

3285 fl.

Kettensteine:

Porphyre von Atzwang	.22 ^{kbm} à fl. 7.93	175 fl.
Transport derselben	1220 Ctr.	364 "
Ketten und Dollen	30 " " 19	570 "
Bohren und Vergiessen der Dollen	27 Stück " " 3.20	86 "

1195 fl.

Hilfsgerüste:

Kosten der Gerinne, Spundwände, Fangdämme, Transporte, Gerüste, Baggerarbeiten etc.	circa	35000 fl.
Summe		106369 fl.

Vorstehend aufgeführte Quantitäten sind zwar nur zum Theil nach Abrechnungsdaten ermittelt, entsprechen aber ziemlich genau dem wirklichen Verbräuche. Die Gesamt-

masse des verbauten Steinmaterials beläuft sich danach auf circa 15.200^{kbm}, wovon allerdings ein beträchtlicher Theil auf die nach dem älteren Project ausserhalb des eigentlichen Wehrkörpers geschichteten Massen, sowie auf Wiederersatz der von den Hochwässern beschädigten Theile entfällt. Geringere Mehrarbeiten entstanden durch Aenderungen des Projectes während der Arbeit und durch Auswechslung von Thonschiefer gegen Granit.

Die angegebenen Einheitspreise lagen den Verträgen mit der Bauunternehmung, resp. der Abrechnung, zu Grunde. Dagegen war ein Theil der Gerüste und Hilfsarbeiten ursprünglich nicht vorgesehen. Die definitive Entschädigung hierfür ist erst bei der Schlussabrechnung der Strecke Innsbruck-Matrey vereinbart worden. Die obige Summe von 35.000 fl. ist nach detaillirten Notizen während des Baues berechnet und dürfte den entsprechenden wirklichen Kosten ziemlich nahe kommen.

Ansätze für Auffüllung der Flusssohle oberhalb des Wehres kommen hier nicht in Rechnung, weil dazu überschüssige Massen in den Bahneinschnitten vorhanden waren.

In der aufgegebenen Fluss-Correction waren beim Beginn des Wehrbaues schon circa 14.800^{kbm}, meist Thonschiefer, ausgehoben und 630^{kbm} Steinwurf hergestellt. Von dem anfänglich projectirten grossen Steinsatz in der Schlucht bei Station 161 waren 2370^{kbm} fertig, welche nun den Fuss des Bahndammes bilden.

Mit Einrechnung dieser, der Wehranlage grösstentheils zu statten gekommenen früheren Arbeiten und kleineren Nacharbeiten stellen sich die Gesamtkosten für Fluss- und Uferschutzbauten in der fraglichen Partie auf rund 125.000 fl.

Bauvollendung.

Die Eröffnung der Bahnstrecke (im August 1867) war von der Vollendung des Wehrbaues deshalb nicht abhängig, weil der im Gerinne Nr. II gefasste Fluss schon im Winter 1866–67 auf die definitive Stauhöhe gebracht war, und die Anschüttung des Bahndammes daher ungehindert fortschreiten konnte.

Im Frühjahr 1867 war der Wehrkörper vollendet, und konnten die Sommerhochwässer dieses Jahres ohne Zuhilfenahme von Gerinnen auf dem Wehre abfliessen.

Im Winter und Frühjahr 1868 wurden dann noch einzelne aus Thonschiefer bestehende Partien der Sohle durch Granit ersetzt, ferner die unteren Uferbauten durch Anlage der Blockwände Nr. II geschützt und ein Theil der linksseitigen Ufermauer umgebaut. Diese Nacharbeiten wurden im Sommer 1868 geschlossen. Die eigentliche Bauzeit beträgt daher 2½ Jahre, wovon jedoch für Trockenlegung der Baustelle und für Störungen durch Hochwässer im Ganzen nahezu 1 Jahr abzurechnen ist, so dass für den regelmässigen Betrieb der Arbeit circa 1½ Jahre erübrigen.

Um das Zustandekommen des unter vielen Schwierigkeiten ausgeführten Baues und um dessen solide und rechtzeitige Durchführung hat sich nebst der Bauleitung auch die Bauunternehmung der Strecke Innsbruck-Matrey (Meier, Link u. Comp.) und insbesondere der Mitunternehmer, Herr

Gottlieb Palmer, welcher den Bau der südlichen Hälfte dieser Strecke ausführte, besondere Verdienste erworben.

Um die Arbeiten rasch und rationell betreiben zu können, wurde von Seiten der Unternehmung gleich anfänglich die Ableitung des Flusses im Gerinne, Trockenlegung der Baustelle etc. energisch in Angriff genommen, obgleich nach dem ursprünglichen Bauvertrage eine Entschädigung für diese kostspieligen Arbeiten nicht stipulirt war.

Im Verlauf des Baues wurden die Arbeiten durch die umfassenden Hilfsgerüste und Rollbahnen sehr gefördert, ausserdem die halbvollendeten Arbeiten wiederholt mit der äussersten Anstrengung vor Zerstörung bewahrt.

Die bekannte Geschicklichkeit der italienischen und südtirolischen Arbeiter in Behandlung aller Gattungen von Maurerarbeiten, besonders bei Verwendung schwerer und unregelmässiger Bruchsteine, sowie die Gewandtheit der württembergischen Zimmerleute bei Ausführung der Gerüste, Fangdämme, Gerinne etc. und die Ausdauer des gesammten Arbeitspersonals haben das Ihrige zur erfolgreichen Durchführung des Baues beigetragen.

Trotz der Gefährlichkeit mancher Arbeiten sind Unglücksfälle nicht vorgekommen. Ein Zimmermann, welcher an dem Gerinne Nr. II arbeitete, fiel in dasselbe, wurde vom Wasser erfasst, durch das Gerinne und noch eine beträchtliche Strecke flussabwärts von dessen Mündung fortgerissen, kam aber unverhoffter Weise mit leichten Contusionen davon.

Details und Beobachtungen.

Die oben erwähnten sogenannten Kettensteine, welche nicht nur am Wehr, sondern auch an anderen Flussbänken der Brenner-Bahn gegen Schluss des Baues angewendet wurden, waren Porphyrfelsstücke aus dem Eisak-Thale von je 0·8 bis 1·9^{kbm} Maassgehalt, welche unter sich durch starke schmiedeeiserne Ketten mit eingegossenen Steinkloben zu Reihen von 10–20 Stück verbunden und dann im Ganzen an solchen Stellen versenkt wurden, welche dem Wasserangriff besonders ausgesetzt waren.

Diese Kettensteine sind jedoch durch die Strömung theilweise auf beträchtliche Distanzen von der Verwendungsstelle fortgerollt worden, wie dies im Sill-Flusse auch mit den meisten schweren Felsgeschieben, nur die allergrössten Findlinge ausgenommen, der Fall ist. Die Steindollen wurden mit Blei vergossen, die Löcher dazu nach unten erweitert ausgemesselt.

Gegen Unterwaschungen ist der Wehrkörper durch die mehrfachen Querbauten am Fusse wohl genügend gesichert. Die vom Wasser berührten Stein- und Holzflächen mussten selbstverständlich vollständig glatt bearbeitet und durften nur aus ganz fehlerfreiem Materiale hergestellt werden, da ein Vorsprung oder Defect an einer Stelle leicht eine Auflockerung des Mauerverbandes und in Folge dessen möglicherweise eine rasche Zerstörung des ganzen Bauwerkes zur Folge haben konnte.

Eine nicht weniger gefährliche Angriffsweise des Flusses, als die durch dessen Stosskraft und Strömung be-

wirkte, ist aber die ursprünglich weniger in's Auge gefasste, auffallend starke Schleifwirkung. Wahrscheinlich in Folge quarzhaltigen, aus den Urgebirgs-Gesteinen gebildeten Flusssandes wurde die Sohle des Wehres schon durch die ersten, dasselbe passirenden Hochwässer erheblich abgeschliffen, und zwar Stein-, Eisen- und Holztheile im Ganzen gleichförmig, um etwa 5—10^{mm}. Nebst dieser Abschleifung der ganzen Fläche bildeten sich noch besondere stärker vertiefte Rinnen in allen parallel zur Flussrichtung fortlaufenden Fugen derart, dass zwischen den Stossfugen einer Schichte und den in ihrer Verlängerung liegenden der nächstfolgenden Schichte in die dazwischenliegenden Steine (Granit), welche an dieser Stelle keine Fugen hatten, die Rinnen sich fortsetzten.

Diese Rinnen (Fig. 1) nahmen schon bald eine Tiefe von 1^m und mehr an. Am stärksten zeigte sich eine solche (Fig. 2) in den durchlaufenden Fugen an der mittleren Scheidewand.

Wäre die Herstellung der Scheidewand nicht erst gegen Ende des Baues beschlossen worden, als zur Beschaffung besonderer Façonstücke keine Zeit mehr war, so würde man jedenfalls ausgekröpfte Quader mit wechselnden Fugen, etwa wie sie in Fig. 3 angedeutet sind, dazu verwendet haben.

Die Masse der Abschleifung hatte unter Anderem im Sommer 1872 schon bedeutend grössere Dimensionen angenommen, wie an den stark geschwächten Muttern der Eisenpiloten am deutlichsten zu erkennen war.

Eine Revision und Auswechslung einzelner Theile lässt sich übrigens mit Hilfe der Scheidewand leicht ausführen, da bei niedrigem Wasserstande ein oder zwei auf den Wehrrücken gelegte Balken genügen, um eine Hälfte der Sohle behufs Reparatur abzusperren. Jedenfalls ist von Seiten der Bahnerhaltungs-Organen grosse Aufmerksamkeit und Sorgfalt, besonders wegen der erwähnten Abschleifungen, nöthig, wenn die Wehranlagen und der indirect damit zusammenhängende Bahnkörper bei den mitunter ganz abnormen Hochwässern vor Schaden bewahrt bleiben sollen.

Die Gestalt des Wehrkörpers in Längenprofil und Grundform, wie sie jetzt besteht, wurde erst durch mehrfache Modificationen des ursprünglichen Projectes erreicht.

Die unterste Wellenstufe war nämlich im Jahre 1866 bereits theilweise hergestellt worden, als die gänzliche Auflassung der Wellenform beschlossen wurde. In Folge dessen musste auch während des Abbruches und Ersatzes dieser in der linksseitigen Wehrhälfte fertig gewesenen Stufe das damals in Betrieb stehende Gerinne Nr. II mittelst eines über die Baustelle gespannten Sprengwerkes unterfangen werden, wobei übrigens das Gerinne selbst keinen Schaden gelitten hat, auch nicht undicht geworden ist.

Was die Grundform des Wehrkörpers betrifft, so war die Sohlenbreite ursprünglich mit 15.8^m projectirt, wurde aber später bis auf 10.5^m (11.9^m im Wehrrücken gemessen) reducirt. Diese Verengung ist in doppelter Hinsicht von Nutzen gewesen; erstens wurde dadurch der am Wehrfusse abstürzende Wasserstrahl weit genug von den unterhalb anschlies-

senden Uferschutzbauten entfernt, zweitens wurde die Sohlenfläche selbst verkleinert, und dadurch deren sorgfältige Herstellung, Revision und fernere Erhaltung erleichtert. Aus ersterer Rücksicht ist auch die Ueberfallkante an den Blockwänden Nr. II schmaler gehalten worden, als die Entfernung der Ufermauern an dieser Stelle.

Die Normalbreite der gewöhnlichen Fluss-Correctionen in der Nähe beträgt 15.8^m zwischen den Kanten der Ufersteinwürfe. Im Vergleich hiermit ist die Breite des Wehres noch reichlich gross, wenn man das bedeutende Gefälle von 1 : 2 in Anschlag bringt.

Im Zusammenhang mit der ursprünglich beabsichtigten Stufenform hatte sich an der danach angelegten linksseitigen Ufermauer im oberen Theile eine gegen die Wehrachse convergirende Begrenzung der Sohle ergeben. Hierdurch wurde eine derart unregelmässige Strömung mit concentrirtem Angriff in der verlängerten Richtung der convergirenden Kante hervorgerufen, dass der betreffende Theil der Ufermauer nach der in Fig. 4 punctirten Linie symmetrisch zum rechten Ufer umgebaut werden musste.

Oberhalb des Wehres hat das gestaute Wasser schon gegen Schluss des Baues wieder ein geringes Gefälle angenommen, obgleich die Staulänge über 600^m beträgt. Zumeist ist die rasche Auffüllung der Sohle wohl dadurch entstanden, dass stellenweise überflüssige Erdmassen längs des oberen Sill-Laufes deponirt wurden, und dass von diesen ein Theil hinter das Wehr angeschwemmt worden ist. Jedoch würde auch ohne diesen Umstand bei dem starken durchschnittlichen Flussgefälle sich verhältnissmässig rasch wieder Gefälle in dem gestauten Wasserspiegel hergestellt haben.

Die Wassermenge des Flusses beträgt bei Niederwasser nur 11^{kbm} pro Secunde. In dem Gerinne Nr. II, welches mit 6.3^m Weite hergestellt wurde, sind, ohne die durch die Steinmassen dringenden Wassermengen, bei höheren Wasserständen bis zu 38^{kbm} pro Secunde mit 4.7 bis 6.3^m Geschwindigkeit abgeführt worden.

Ob anstatt des Wehrbaues eine andere, technisch und ökonomisch richtigere Lösung für die Uebersetzung der Schlucht bei Station 161 und die damit zusammenhängenden Anlagen möglich gewesen wäre, ist schwer zu bestimmen, weil die Thalhänge, wie schon erwähnt, in der fraglichen Partie sehr beweglich waren, also auch für den Bau eines Viaductes oder einer grossen Stützmauer, von anderen Schwierigkeiten abgesehen, ein gutes Fundament jedenfalls nur in sehr bedeutender Tiefe ergeben hätten.

Ferner war es ein dringendes Erforderniss, die Erdmassen aus den benachbarten Einschnitten in der Schlucht unterbringen zu können, da die angrenzenden Bahnstrecken auf grössere Entfernung beinahe ganz im Einschnitte angelegt werden mussten, und deren Abtragsmassen sich durch Rutschungen noch mehr vergrösserten. Zu dem Bahndamme sammt Deponirungen und Auffüllung der Flusssohle sind zwischen Station 158 und Station 164 circa 110.000^{kbm} Abtragsmassen verwendet worden.

Welche Kosten freilich die Erhaltung der Flussbauten auf die Dauer erfordern wird, und welche Mehrausgabe für den Bau durch diese Kosten etwa gerechtfertigt gewesen wäre, ist dem Unterzeichneten nicht bekannt.

In Rücksicht auf die Schwierigkeiten, welche für die Bahnerhaltung durch derartige Wasserbauten verursacht werden, und in Rücksicht auf die notorische Unmöglichkeit, ein Material zu beschaffen, welches dem Angriffe von Gebirgsflüssen, wie die Sill, auf die Dauer widersteht, kann man wohl im Allgemeinen für ähnliche Verhältnisse den Satz aufstellen, dass zu grösseren Wasserbauten nur dann geschritten werden soll, wenn sie ganz unvermeidlich sind.

Wehranlagen in derartigen, von Schifffahrt und Industrie ganz unabhängigen Flüssen dürften sich vielleicht einfacher als die besprochene durch eine senkrechte Quermauer darstellen lassen, über deren Oberkante der Fluss abstürzt. Die Fundirung der Quermauer und der anschließenden Seitenmauern müsste dabei allerdings so tief geführt werden, dass die Fundamente von der Sohle der unter dem Absturze sich bildenden Auskolkung nicht erreicht werden könnten. In solchen Fällen, wo dies ausführbar ist, würde eine derartige Anordnung den Vortheil bieten, dass die direct mit dem Wasser in Berührung kommenden Flächen auf ein Minimum beschränkt blieben. Die Seitenmauern würden bei genügender Weite des Thales leicht ausser den Bereich der Auskolkung gebracht werden können.

In den Zeichnungen (Blatt 2 und Blatt 3) ist auf ersterem Blatte eine Situations-Skizze des Wehres sammt der betreffenden Partie und sind ferner Querprofile der Bahn in der Schlucht dargestellt.

Blatt 3 enthält Längen- und Querschnitte des Wehres und der zugehörigen Uferbauten.

Entgegnung auf das Majoritäts-Gutachten

der Herren **Gerlich, Gunesch** und **Hornbostel** über die **Köstlin'schen** Objects-Typen*), vom Verfasser derselben.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 4.)

Nachdem der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein in seiner Sitzung vom 28. April 1875 anlässlich und vorausgehend der an diesem Tage stattgehabten Discussion über meinen am 10. April gehaltenen Vortrag über neue Objects-Typen beschlossen hat, über wissenschaftliche Fragen wie die vorliegende eine Abstimmung nicht mehr vorzunehmen; nachdem unsere Zeitschrift sich darauf beschränkt hat, der Mittheilung dieses meines Vortrages einfach die divergirenden Berichte der mit einer Beurtheilung meiner Vorschläge vom Vereine beauftragten Herren **Gerlich, Gunesch, Hornbostel** und **Dr. Winkler** folgen zu lassen, ohne auf die an diese divergirende Berichterstattung am 28. April sich anknüpfende längere Discussion einzugehen; nachdem somit dem Leser

der Zeitschrift eine Orientirung über die Art der Aufnahme und Beurtheilung meiner Vorschläge von Seiten dieser Vereinsversammlung, an welcher sich die Special-Fachmänner der Eisenbahnbau-Branche hervorragend betheiligt hatten, abgeht; nachdem der Leser vielmehr nach bisheriger Gepflogenheit nur zu leicht zu dem diesmal nicht zutreffenden Glauben geneigt sein dürfte, das Comité-Majoritäts-Gutachten bezeichne zugleich das Conclusum des Vereines, da er die an anderer Stelle unserer Zeitschrift in dem Verhandlungs-Protokolle über den 28. April stehende Notiz, dass der Verein eine Abstimmung nicht vorzunehmen beschlossen hat, leicht übersehen oder aus dem Gedächtnisse verlieren konnte; nachdem jedoch die Behandlung einer wissenschaftlichen Frage im Schoosse des Vereines, in dessen Interesse wie im Interesse der nach Wahrheit ringenden Wissenschaft selbst, nie in zweifelhaftem Lichte dargestellt erscheinen soll; so entspreche ich nicht meinem, allerdings nicht minder lebhaft engagirten, persönlichen Interesse allein, wenn ich hier vor Allem noch einmal constatiere, dass die Aussprüche der Herren **Gerlich, Gunesch** und **Hornbostel** nicht das Conclusum des Vereines, sondern lediglich die in der kurzen Zeit der letzten Saison-Versammlungen von 1874—75 rasch gefassten individuellen Anschauungen gerade jener drei Herren Vereinsmitglieder bilden.

Wie viele Mitglieder sich damals dieser Privatanschauung, wie viele jener anderen Anschauung des Herrn **Dr. Winkler** und des seine Sache vertheidigenden Typen-Autors und noch anderer Herren Sprecher im Stillen zugeneigt und angeschlossen haben, bleibt durch Beschluss des Vereines unerforscht, und nur die Anwesenden bei jener Verhandlung können ihre private Wahrnehmung über die vorherrschende Stimmung mit nach Hause genommen haben.

Da nun der Leserkreis der Vereins-Zeitschrift durch Publication des Vortrages und der Comité-Berichte geradeso wie jene Versammlung vom 28. April vor die Controverse gestellt ist, so hat derselbe ebenso ein Recht, zu vernehmen, was der Proponent der neuen Typen gegen die ihm gemachten Einwendungen vorzubringen weiss. Abgesehen aber davon, müssen wir zum Lichte, zur völligen Klarheit durchdringen, wenn wir einmal eine wissenschaftliche Frage angefasst haben, und so glaube ich mit diesen Gründen die folgende Entgegnung gerechtfertigt zu haben.

Ich fasse sofort den Cardinaleinwand in's Auge, welcher sich gegen die directe Auflagerung des Oberbau-Gerippes auf den Mauerkörper wendet, gleich hier jedoch bemerkend, dass diese Auflagerung der Detaildurchführung angehört, und nur, wie ich auch im Vortrag angedeutet habe, ein Mittel von vielen bildet zur Erreichung des Zieles oder Principes der Reducirung der Breitendimension der Viaducte, das ich aufgestellt und verfolgt wissen wollte.

Die Herren haben über diesem ihnen nicht zusagenden Detail das Princip und die vielen anderen Mittel, die es zur Erreichung desselben gibt, gänzlich ausser Acht gelassen.

Ich sehe nun nach, von welchen Voraussetzungen die betreffende Schlussfolgerung ausgegangen ist. Schade

*) Siehe „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins“ Heft XII und XIII, Jahrgang 1875.

um die schönst derivirte Folgerung, wenn der Ausgangspunct ein falscher war. Den Ausgangspunct für die Beurtheilung der directen Auflagerung des Oberbaues auf den Mauerkörper meiner Objects-Typen bildete aber jenes Mauerchen, welches man bei Brücken und Durchlässen mit Eisen- oder Holzconstruction hinter den Trägerenden so hoch wie diese Träger noch aufführen muss, um die dahinter liegende Dammschüttung abzustützen. Dieses, so schwach als möglich gehaltene, querüber gestellte Mauerchen hat meist eine oder zwei Querswellen des Geleis-Oberbaues direct aufzunehmen und leidet erfahrungsgemäss unter den directen Einwirkungen der darüber fahrenden Züge. Dieses Mauerchen ist aber etwas ganz Anderes, unterliegt ganz anderen Beziehungen und Bedingungen, als der in seiner Ganzheit, in grossdimensionirter Masse der Länge und Breite nach dem Eisenbahn-Oberbau unterstellte, mit Quadern abgedeckte Mauerkörper der neuen Typen. Jenes Mauerchen wird namentlich von horizontal gerichteten Stosscomponenten in Folge der hinter dem Objecte sich bildenden Damm- und Geleisesenkungen stark mitgenommen. Natürlich wirken dieselben Horizontalkräfte aus gleicher Ursache auch auf unser neugestaltetes Object ein, aber sie treffen im Gegensatz zu jenem mit schwacher Dimension der Krafterrichtung entgegengestellten Mauerchen einen unerschütterlich dimensionirten Körper und können nur höchstens an dessen ersten Steinen rütteln, auf diese Steine vielleicht dieselbe bedauerliche, hier wie dort übrigens vielleicht auch zu hebende, Wirkung äussernd, wie auf die Decksteine jenes Mauerchens. Während dort das Mauerchen wegen schwacher Dimensionirung mitleidet, bleibt hier die aus gleicher Ursache stammende Wirkung auf die ersten, dem Angriff ausgesetzten Steine beschränkt, und verursacht also höchstens jene Reparaturen, die bei den Decksteinen des Quermauerchens auch vorkommen, und welche als überhaupt unvermeidlich bezeichnet werden mögen. Aber damit ist die Parallele aus. Die Wirkung der Rostauflagerung auf den übrigen grossen Mauerkörper der neuen Typen ist grundverschieden von der eben geschilderten Sachlage.

Jenes hinter den Trägerenden offener Objecte zur Abstützung der Hinterfüllung aufgeführte Mauerchen, ja, es bildet die Achillesferse bei den „offenen“ Objectsbauten, welche bei unserer modernen Tracirung, die von dem weitersburg nach Moskau immer mehr diametral abweicht, nicht nur „leider oft unvermeidlich“, sondern geradezu zur Regel werden; wir kennen diese Achillesferse Alle recht gut, und die drei Herren Berichterstatter am besten, denn sie sagen, nachdem sie der Calamität dieser Mauerchen bei den „leider oft unvermeidlichen offenen Objecten“ vorausgehend gedacht, in der 11. Alinea, 2. Spalte, Seite 253:

„Wird das obere Mauerwerk solcher mit dem Oberbau unmittelbar in Berührung kommenden Kunstbauten nicht sehr solid, aus dem besten Mauerwerk, in so ausgiebigen Dimensionen hergestellt und mit Werkstücken armirt, welche den fortwährenden heftigen Stössen der darüber fahrenden Locomotiven und Wagen die erforderliche Masse entgegensetzen, so ist die Zerstörung des Mauerwerkes die unvermeidliche Folge.“

— Ich schliesse mich diesem Satze, indem ich nur den Schlusspassus seiner hyperbolischen Form entkleiden möchte, so vollkommen an, dass ich sogar noch die Worte: „die erforderliche Masse entgegensetzen“, doppelt gesperrt drucken möchte.

Von der Erfahrung mit diesem Mauerchen aus werden also meine Objects-Typen absprechend beurtheilt. Dieser Ausgangspunct für die Beurtheilung ist aber ein falscher, und darum sind die daraus gezogenen Schlüsse falsch. Warum? Ich lasse die Herren selbst reden: „Weil ja eben dem genannten schwächtigen, querüber gestellten Mauerchen, auch wenn es mit Werkstücken armirt, sehr solide und aus dem besten Mauerwerk hergestellt ist, die erforderliche Masse abgeht, welche sich den fortwährenden heftigen Stössen der darüber fahrenden Wagen und Locomotiven entgegensetzen könnte“, während diese Masse, wie wir gesehen haben, bei meinen Typen in einer sich total unterscheidenden, weit mehr als erforderlichen Weise in dem beiderseitigen Mann an Mann gereihten Quaderkranz sowohl, als in dem Gesamt-Mauerkörper vorhanden ist. Wenn die Herren Referenten mit mehr Musse über die Sache hätten nachdenken können, wozu ihnen aber bei dem drängenden Schlusse der Saison leider die Zeit nicht gelassen war, so hätten sie ganz gewiss, auch ohne dass man sie besonders darauf aufmerksam gemacht hätte, selbst wahrgenommen, dass gerade die von ihnen im Berichte angegebene Remedur „der ausgiebigen“ Dimensionen etc., besonders aber „der Entgegenstellung der erforderlichen Masse“ bei meinen Objects-Typen in solchem Grade beobachtet ist, dass die Sachlage eben hiedurch eine total veränderte wurde, und dass die Erfahrungen mit dem schwächtigen, quer zur Zugsrichtung stehenden Mauerchen nicht zum Ausgangspuncte der Beurtheilung eines ganz anders gestalteten, massigen, lang nach der Bahnachse gestreckten Körpers genommen werden können.

Sie wären dann nicht auf den gesperrt gedruckten Schluss gekommen, siehe 12. Alinea, 2. Spalte, Seite 253: „dass alle Unzukömmlichkeiten, welche die offenen Durchlässe unvermeidlich mit sich bringen, in erhöhtem Maasse von den offenen und gewölbten Köstlin'schen Objects-Typen zu erwarten seien, weil die directe Berührung des Oberbaues mit dem Mauerwerke bei denselben zum Grundsatz erhoben sei“, sondern sie hätten etwa so gesagt: „Unsere Bedingungen für Behebung der bei den Hintermauerungs-Mauerchen wahrgenommenen Uebelstände (wie sie Alinea 11, 2. Spalte, S. 253 aufgestellt sind) erfüllen die Köstlin'schen Objects-Typen. Die Erfahrungen mit unseren offenen Objecten haben somit in der Weirartige Auflagerung des Oberbaues auf dem mit Quadern abgedeckten Mauerwerkskörper Köstlin's aber ist ein Novum, und müssen Erfahrungen über das Verhalten solcher Construction erst gewonnen werden; das Detail dieser Construction wird von dem Verfasser als modificirbar, also im Interesse unserer Fachwissenschaft; unmittelbare Gefahren für den Verkehr birgt die Construction keinesfalls, das beweisen zum Mindesten unsere in Durchzugsgeleisen

liegenden Putzgruben-Constructionen, trotzdem ihnen gerade so wie jenen Hintermauerungen bei offenen Objecten die erforderliche Masse ebenfalls abgeht; wir können somit nur wärmstens befürworten“ — Pardon! Ich bin nicht Beurtheilungs-Commissär; aber noch einmal Pardon! ich bin Mitglied des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, ein langjähriges Mitglied, das es aufrichtig beklagt, wenn sich Irrthümer über Zweck und Ziele des Vereines manifestiren. Ein solcher Irrthum aber ist es, bei so klar vorliegendem und von den Herren Beurtheilern wohl erkanntem Abgang jeder unmittelbaren Gefahr für die Sicherheit des Verkehrs (siehe das Conclusum des Berichtes), bei den sich jedem kundigen Auge aufdrängenden zahllosen Variationen der Mittel zur Erreichung desselben Zweckes, ein so apodiktisch absprechendes Urtheil über eine aus der Mitte des österr. Vereines aufgetauchte, im Falle der Bewährung vielversprechende, Neuerung zu verkünden, statt einfach die Neuheit der Construction, den Abgang von Erfahrungen über dieselbe, für den Fall der praktischen Bewährung in der einen oder anderen Weise der Durchführung aber die mehr oder minder grosse Nützlichkeit, daher den mehr oder minder lebhaften Wunsch nach Sammlung von Erfahrungen zu betonen, — wie es in Zweck und Richtung dem Vereinsinteresse entsprochen hätte.

Man kann ja, als bestellter Berichterstatter des Vereines, auch in dieser, wenigstens Zweck und Ziele des Vereines beachtenden Form immer noch deutlich genug seine Privatansicht über das durchblicken lassen, was man selbst als Erfahrungsergebnis erwartet — wenn man schon absolut diese Privatansicht nicht zurückhalten kann. So hätten, glaube ich, die Vereinsmitglieder handeln sollen, nachdem sie selbst bekanntermaassen nicht in der Lage sich befanden, zu behaupten, dass die vorgeschlagenen Objecte unmittelbar unter der rollenden Belastung oder unter starkem Windhauch umstürzen müssten. Ob Ingenieure von Ruf, wie es die Herren Berichterstatter unstreitig sind, sich nicht hätten etwas vorsichtiger ausdrücken sollen? Es ist nicht meine Sache, darüber zu urtheilen. Aber gar zu leicht kann man durch wirkliche Erfahrung, sollte sie auch nicht bei uns zu machen sein, dementirt werden, so man auf dem Gefühlsterrain der Vermuthung sich allzu dreist hervorwagt. Bedeutsamer Weise bringt dasselbe Vereinsheft, das den Bericht der drei Herren enthält, eine Mittheilung, dass die puncto praktischer Tüchtigkeit, glaube ich, nicht zu verachtenden nordamerikanischen Fachmänner daran sind, sich derselben Typenform zu bemächtigen, welche wir in Oesterreich nun bereits ausgeführt und als unser geistig Eigenthum gesichert haben könnten, — wenn die Pronunciation aus dem Schoosse des Vereines einmüthig im Sinne des Fortschrittes und aufmunternd gelautes hätte!

So werden wir guten Oesterreicher mit unserem prononcirten Individualitäten-Cultus, dem man mit Recht, aber ohne Erfolg, das mahnende Motto: „Viribus unitis!“ entgegen gestellt hat, bald wieder Gelegenheit bekommen, in einem „additionellen Ausstellungsbericht“ oder sonst in einer „Gewerbs- und Erfindungsgeschichte“ den Nachweis zu führen, dass — unter vielen anderen, bin ich überzeugt —

auch diese Erfindung eigentlich eine österreichische hätte sein können, weil einmal nachweisbar Einer in Oesterreich früher dieselbe Idee ausgesprochen und verfochten hatte. Dass wir eigentlich das allererfindungsbegabteste Volk der Erde sind, ist dann neuerdings mit Wehmuth nachgewiesen, — und das soll uns auch genügen!

Doch genug der Abschweifung! Noch sind wir nicht dem wehmüthigen Rückwärtschauen so ganz verfallen, dass wir nicht klaren Blickes den weiteren Strophen des Majoritätsberichtes die Aufmerksamkeit zuwenden könnten.

Wir begegnen gleich im Beginne des Berichtes einem in gesperrten Lettern aufgestellten Grundsatz, der uns an und für sich schon etwas befremdlich anmüthet. Er ist noch nicht oft gehört, und mindestens sind dann andere Folgerungen daraus gezogen worden. Der Grundsatz lautet: „Die Continuität der Bahnconstruction soll möglichst wenig unterbrochen werden.“ Dann folgen unmittelbar in vier Alineas Klagen, dass durch meine vorgeschlagenen Objecte diese Continuität unterbrochen würde, und Schilderungen der misslichen Folgen dieser Unterbrechungen. Erst im fünften, dem Grundsatz folgenden Alinea fällt es den Herren Berichterstattern, den Erbauern so vieler eiserner Brücken und „offener“ Durchlässe in West und Nordwest ein, dass sie selbst schon so viel gegen diesen Grundsatz verstossen haben, dass sie besser daran gethan hätten, ihn gar nicht aufzustellen. Aber das einmal aufgeführte Gebäude des Berichtes wieder abbrechen und auf anderer Grundlage aufbauen? Nicht doch! Der etwas missliche Charakter dieser Situation ist dadurch zu benehmen, dass man die eisernen Brücken und offenen Durchlässe mit einem Seufzer als „leider oft unvermeidlich“ erklärt.

Wir Anderen, die wir im Netze unserer Logik nicht so sehr verstrickt sind, um für die von uns ausgeführten Eisenobjecte um Entschuldigung bitten zu müssen, wir wissen, dass die offenen Durchlässe und metallenen Brücken bei der neueren Tracirung, die eine Linie möglichst dem Terrain anpassend legt, zur Regel, — dass überschüttete Steinobjecte, gewölbte Brücken und Viaducte dagegen immer seltener werden; wird sind mit den Constructionsnachteilen der offenen Objecte vertraut, nehmen sie ruhig, wie so viele andere mangelbehaftete Dinge, mit in den Kauf, rechnen nicht nach, ob jener Ingenieur so viele, dieser nur so viele solcher offener Objecte oder „Discontinuitäten“ in seinem Projecte hat, und wir suchen im Uebrigen die erkannten Mängel möglichst zu verbessern.

Was hat es aber, genau betrachtet, mit dieser perhorrescirten Discontinuität der Bahnconstruction für eine Bewandniss? Ist dieselbe nicht ebenso vorhanden, wenn eine Bahn aus einem Einschnitt in eine Aufdämmung überführt, wenn ein Holzschwellen-Oberbau z. B. mit Steinwürfel-Oberbau wechselt, ist sie nicht überhaupt auf jede Schienenlänge beiläufig achtmal vorhanden?! — Welche durch Objectseinbau herbeigeführte Discontinuität ist ferner besser, die bei gewöhnlichen offenen Objecten und grösseren Eisen- oder Holzbrücken, wo der Wechsel in der Beschaffenheit der Bahnunterlage ein viermaliger ist, vom nachgiebigen Damm auf das unnachgiebige Mauerwerk,

dann auf die elastische Holz- oder Eisenconstruction, wieder auf die Mauer und zurück auf den Damm — nebenbei bemerkt, ist diese Discontinuität ganz identisch mit der bei meinen offenen Objecten, — oder die Discontinuität bei meinen Steinobjecten, wo der Wechsel nur ein zweimaliger ist, vom nachgiebigen Damm auf das unnachgiebige Mauerwerk und wieder auf den Damm? Die Frage beantwortet sich von selbst und ich habe den heutzutage zur Regel gewordenen offenen Objecten gegenüber im Sinne der Discontinuität in der Bahn gewiss absolut nichts verschlechtert. Aber ich habe sogar verbessert, insofern ich die Wege weise und die Mittel an die Hand gebe, in zahllosen Fällen, wo sonst Eisen- oder Holzconstruction nöthig gewesen wäre, mit flachen Steinbogen zu construiren, also nur mit zweimaligem Wechsel und — mindestens dem Holz gegenüber — mit noch sonstigem Nutzen. Ich lege auf diese Verbesserung puncto der Discontinuität übrigens geringen Werth, weil ich auf diese ganze Frage der Continuität, wie sie hier gestellt wurde, ganz offen gesprochen, nicht viel Werth lege, mindestens insolange nicht, als nicht das Princip der Continuität in der Oberbau-Construction selbst durch Einführung der gegliederten eisernen Schienengestänge ohne Holz und Querauflage zur allgemeinen Anerkennung durchgedrungen sein wird, — eine Sache, der ich allerdings im Interesse aller Objecte und namentlich auch im Interesse der ebenfalls gegen mich in's Treffen geführten Fahrbetriebsmittel eine grosse Bedeutung beimessen würde. Eine positivere Verbesserung habe ich in der Remedur der Mangelhaftigkeit unserer bisherigen Mauerwerks-Constructionen offener Objecte, wie oben nachgewiesen, durch Entgegenstellung des Massenumauerwerks an Stelle des vielbesprochenen schwachen Quermäuerchens proponirt.

Directe Auflagerung des Oberbaues auf Mauerwerk, Discontinuität der Bahnconstruction, das waren die bisherigen Beanstandungen. Jetzt folgt Seite 254 in 2. Alinea eine Behauptung, dass, wenn schon das Mauerwerk viaductartiger Kunstbauten (mit eingekasteltem Füllmaterial) zunächst der Fahrbahn durch die Erschütterung leide, man bei Anwendung meiner Typen complete Zerstörung zu erwarten habe. Auch hier irren die Herren in der Ursache der Wirkung und ziehen den falschen Schluss. Ich habe in meinem Vortrage Seite 253, Alinea 1, 1. Spalte die Ursache der Mauertrennungen bei den Steinviaducten bisheriger Construction besprochen. Ich wiederhole, auf neuerliche Autopsie dieser Wirkungen bei den von mir genannten Wiener Strassen-, nicht Eisenbahn-Brücken gestützt, meine im Vortrag enthaltenen Gründe für diese Erscheinung und bekenne wiederholt meine Ueberzeugung, dass in dieser Beziehung mit meiner Construction für die Viaductbauten eine Verbesserung gewonnen sei dadurch, dass die Nothwendigkeit einer Einkastelung wasserdurchlässigen Füllmaterials mit ihren geschilderten Inconvenienzen und Gefahren entfällt. Das von mir vorgeschlagene Mittel zur Befreiung davon ist neu und unerprobt. Werth oder Unwerth desselben bleibt vorläufig Ansichtssache. Dass es der Erprobung werth sei, ist meine Ansicht; dass kein Grund gegen eine Erprobung spreche, ist Gegenstand meiner

hier vorausgegangenen Argumentation gewesen; dass die Erprobung gemacht werde, dafür werden — die Amerikaner sorgen.

Das weitere Alinea 3, 1. Spalte, Seite 254, bestreitet meinen Viaducten für grössere Höhen, ohne viel Begründung, die Stabilität; nicht bedenkend, dass diese Stabilität von der Erbreiterung nach unten und nicht von dem absoluten Maass der Breite oben abhängig ist. Das letztere ist bei den concentrirten Flügelmauern kleinerer Objecte von mir mit $2-2\frac{1}{2}^m$ angegeben worden. Bei Viaducten ist es abhängig von der Spannweite der Bögen und muss ich z. B. bei Spannweiten von mehr als 6^m (welch' letztere in den Zeichnungen enthalten ist) allerdings auch schon in der Dicke des Bogenkörpers von Kämpfer aufwärts entsprechend über das Maass von $2\frac{1}{2}^m$ zulegen, um diesen Bogenkörper für sich genommen stabil zu haben, da man nicht gerne den Bogen-Stirnflächen Anlauf gibt, und ebenso wenig Mauerabsätze in diesen Theil einschaltet. In den Pfeilern nach abwärts aber können Anlauf oder Mauerabsätze nach Bedarf folgen, wie es von mir auch in dem Vortrag mit eben diesen Worten gesagt und in den Zeichnungen dargestellt war.

Nun heisst es in dem Majoritätsberichte weiter, dass die Auflagerung des Oberbaues auf den beiden Seiten nahe der Stirnfläche ungünstig sei und Trennungen verursachen müsse. Das ist, im Grunde genommen, wieder blose Behauptung, blose Ansichtssache, aber sehr decidirt ausgesprochen. In Zusammenhang gestellt mit der früheren Verwerfung der directen Auflagerung des Oberbaues auf das Mauerwerk überhaupt, könnte man nun den Schluss ziehen, die Herren Berichtersteller würden diese Auflagerung überhaupt wohl zulassen, wenn sie nur nicht so spitz draussen am Rande stattfinden sollte. Ich glaube aber nicht, dass eine Einschränkung der früheren Aussagen damit gemeint war, sondern wir werden diese zufällige Aneinanderreihung der Wahrnehmungen ohne sorgfältige Gruppierung des Zusammengehörigen der wiederholt erwähnten Eile zuschreiben müssen, mit welcher der Bericht gemacht werden musste, und können also die sich ergebende Gültigkeits-einschränkung eines früheren Satzes nicht als beabsichtigt und zu unseren Gunsten sprechend annehmen.

Angesichts der Zeichnungen freilich, die speciell den Herren Berichterstellern in dem sehr grossen Maassstabe, wie sie zum Vortrage hergerichtet waren, mit aller Detail-Construction vor Augen gelegen hatten, nimmt es einigermaassen Wunder, von ihnen diese decidirte Behauptung ausgesprochen zu hören, um so mehr aber, als es doch nur Sache der Vermuthung ist, was sie aussprechen. Sie müssen gerade nur dem ersten flüchtigen Eindruck gefolgt sein. Wie werden denn nach diesen Zeichnungen die Drücke und Stösse der Fahrbetriebsmittel auf den Mauerwerkskörper übertragen? Wenn man sich etwas genauere Rechenschaft über die ersichtlich gemachte, von mir übrigens ausdrücklich als gewiss verbesserungsfähig erklärte Construction geben will, so findet man: erste Druckübertragung, nach der Länge, durch die Schiene auf eine Anzahl Traversen; zweite Druckübertragung, nach der Quere, durch die Traversen auf 4 der ganzen Länge des Objects nach gelegte Langhölzer; dritte Drucküber-

tragung, nach der Länge, durch die 4 Langhölzer auf die Mann an Mann unter denselben liegenden Auflagequadern; vierte Druckübertragung, durch diesen Quaderkranz auf den darunter liegenden Mauerkörper; und hier erwähne ich, dass man selbst diese Quadern noch untereinander verklammern oder verdübeln könnte, ohne die durch meine Viaducte erzielbare Oekonomie zu beeinträchtigen. Es ist das gewiss eine solche Vertheilung des Druckes, wie wir sie in ähnlicher Vollständigkeit bei unseren gewöhnlichen offenen Objecten nicht haben können, wo das Trägerende meist direct auf einem einzigen Quader, eben so nahe am Rande, und zwar meist am Rande einer Ecke, also nach zwei Seiten hin am Rande aufliegt, den ganzen aus permanenter und zufälliger Last componirten Druck dort concentrirt übertragend. Wenn hier keine Mauertrennungen bemerkt werden, wie viel weniger können sie bei der viel grösseren Vertheilung des Druckes in meiner Construction vorkommen. Wie mit dem Druck, so mit den Erschütterungen, nur dass letztere bei wachsender Spannweite durch die grösseren Constructionsmassen vermindert übertragen werden. Man sollte doch eher darauf kommen, meiner Construction einen Vorzug in Beziehung auf die Auflagerung einzuräumen, anstatt des Gegentheils; doch es ist das bei der Neuheit der Sache ein blosses Terrain der Vermuthung, und nur die Erfahrung kann ein endgiltiges Urtheil sprechen.

Von dem Detail dieser meiner Construction ist aber noch besonders zu erwähnen die Zusammenhaltung der beiderseitigen Quaderreihen durch den in die Kröpfung der Quader-Oberfläche eingelegten festgefügtten Rost. Hiedurch ist sowohl der verschraubte Holzrost mittelst der vorspringenden Nase der Quader in seiner Lage fixirt, als auch anderseits die Quadern durch den eingreifenden Rost unverrückbar an ihre Stelle gebunden sind.

Aehnliche Aufmauerungen, Mauernasen, welche zwischen den Traversen zur Fixirung des Oberbaurostes in der Längenrichtung angebracht sind, haben die Herren Bericht-erstat-ter ebenfalls übersehen, sonst hätten sie die Alinea 7, 1. Spalte, Seite 254 sich zu schreiben erspart.

Die dann folgende 9. Alinea überrascht, weil man erfährt, dass „das Comité bei stark construirten Objecten unter ähnlichen Verhältnissen Erfahrungen gemacht hat, auf Grund welcher es bestimmt aussprechen kann, dass die vorgeschlagenen Constructionen den Anforderungen auf die Dauer nicht genügen werden“.

Es ist das zwar im Vergleich zu den anderen Urtheilen ein mild klingender Satz, der, insoferne Holz bei der Construction vorkommt, auch gewiss seine Berechtigung hat; denn Holz genügt den Anforderungen nie auf die Dauer, weil es fault. Aber die „Erfahrungen bei ähnlichen Objecten“ machen mich etwas neugierig. Sollten da „stark construirte“ Putzgruben gemeint sein, oder spielt blos noch einmal das Hintermauerungs-Mäuerchen seine Rolle?

Nun kommen, wie man billig erwarten musste, die vermehrten Erhaltungskosten angeführt, hergeleitet von dem zur Anwendung gebrachten Holz und der prophezeiten Zerstörung des Mauerwerks. Ersteres wird hiemit über Abschlag der gewöhnlichen Sleeper- und Schottererneuerung anerkannt, letzteres aber unter die Rubrik Ansichtssachen

gesetzt, über welche die Erfahrung entscheiden kann und wird.

Bei diesem Punct erlaube ich mir auf einen Einwand zu antworten, der während der Discussion am 28. April von einer anderen Seite vorgebracht wurde. Es wurde behauptet, dass ich mehr sichtbare Mauerfläche habe, als die gewöhnlichen bisherigen Objecte.

Das könnte sich nur auf die Viaducte in ihrem Entgegenhalt zu Schlauchobjecten beziehen, und nicht auch im Entgegenhalt zu den altartigen Steinviaducten, welche letzteren gegenüber die Verringerung der sichtbaren Fläche ja evident ist. Bei den Schlauchobjecten scheint der betreffende Sprecher aber die innere Tunnelleibung derselben nicht als sichtbare Fläche zu betrachten, was in manchen Fällen, wo kaum mehr einiges Tageslicht einzudringen vermag, auch dem Buchstaben nach zutreffen dürfte; er vergisst aber dann, dass auch diese dem Tageslichte allerdings entzogenen Flächen mit Einwirkungen der Atmosphäre, besonders aber mit durchsickernden Wässern zu kämpfen haben, dass sie also, wenngleich unsichtbar, doch unter den Begriff des technischen Ausdruckes: „sichtbare Flächen“ einzureihen sind. Und dann ergibt sich keinerlei Vermehrung. Das Capitel der Mehrerhaltungskosten lässt mich ruhig; sie sind nicht in solchem Maasse durch das Holz verursacht, dass die erzielte Oekonomie auch nur einigermaassen beeinträchtigt würde. Andere Veranlassung zu Mehrerhaltungskosten müssten erst durch die Erfahrung nachgewiesen werden.

Es wird endlich noch die erzielbare Oekonomie in der Bauherstellung mit der Behauptung bestritten, dass meine Objecte ganz aus Quadern aufgeführt sein müssten. Ohne Erfahrung Ansichtssachen, dort von den Anhängern bewährter Constructionsweise frischweg als These hingestellt, hier mit Ueberzeugung bestritten!

Der Schein trügt! aber wer sollte nicht von dem nun folgenden gesperrt gedruckten Satz: „Eine Construction, bei welcher im Vorhinein nicht gezweifelt werden kann, dass sie minderen Werth als die anderen bewährten Constructionen besitzt, kann zu einer vergleichenden Kostenberechnung überhaupt nicht in Betracht genommen werden“, in dem das ganze Berichterstattungswerk gipfelt, den Eindruck empfangen, dass das Bewusstsein der Verfasser sich merklich gehoben fühlen musste beim Rückblick auf das so gelungen scheinende Werk der Abfertigung des Fachgenossen, und dass dann eine Anwandlung allzu starken Autoritätsgefühls diesen Satz in die Feder dictirt habe? Aber der Schein trügt!

Ich beklage noch einmal Hast und Eile bei dieser Berichterstattung; denn bei ruhigerer Erwägung der Sachlage und ihrer eigenen Bedeutung hätten die Herren diesen Satz wohl nicht zum Vortrag und mindestens nicht zum Druck gebracht. Ich bin überzeugt; und Beweis ist mir das, wohl bei der Schlussberathung, in einem Lichtmoment der Ueberlegung redigirte, unmittelbar folgende Conclusum, in welchem die Herren ja doch gestatten, dass die, früher „unfehlbarer Zerstörung“ überwiesenen Objects-Typen bei Bahnen dritten Ranges zur Anwendung kommen können.

Freilich stimmen mit diesem sanft auslaufenden Finale die vorausgehenden heroischen Strophen nicht causaliter und nicht harmonisch zusammen; aber wer wird von den berechnenden Dissonanzmusikern unserer Zeit den Wohlklang der Melodie erwarten!

Ich kann mir nicht versagen, dieser Entgegnung auf den Bericht noch einiges Wenige folgen zu lassen.

Den Hauptaccent in meinen Vorschlägen lege ich auf die Viaducte, die, im Mauerwerk auf circa die Hälfte der bisherigen Viaducte reducirt, mit Vortheil an Stelle bedeutenderer Dammschüttungen mit den darunter befindlichen Schlauchobjecten treten können, und welche umsomehr, wenn schon bei Ausmittlung der Trace hierauf Rücksicht genommen, d. h. das Einschnitten der Trace vor und hinter der Damm- oder Viaductstelle möglichst vermieden wird, ganz bedeutende Reducirung der Erdbewegungs-Cubatur, überhaupt also eine überraschende Verminderung der Baukosten herbeizuführen vermögen.

Ich habe ja im übrigen Theile meines Vortrages mehr nur die Genesis meiner Idee der reducirten Viaducte, den logischen Entwicklungsgang derselben klargelegt. Schon die einzelnen Phasen dieses Entwicklungsganges haben Vortheile ergeben, die sich in der Weiterentwicklung immer grossartiger gestalteten. Die Oekonomie der Viaducte nun, wenn ich ihre Breite oder Querschnitts-Dimension reducire, ist genau in dem Verhältniss dieser Reduction.

Theile ich einen Viaduct seiner ganzen Länge nach von Nivelette bis in's Fundament hinab in x Längenslamellen, so besteht der ganze Viaduct aus x solcher $\frac{1}{x}$ Viaducte.

Nehme ich für meinen Viaduct statt $\frac{x}{x}$ nur $\frac{x-n}{x}$ in Anspruch, so habe ich die $\frac{n}{x}$ des Gesamtviaducts erspart.

Theile ich beispielweise den Viaduct in 10 Längenslamellen brauche davon statt der $\frac{10}{10}$ nur $\frac{10-4}{10}$ also $\frac{6}{10}$, so habe ich $\frac{4}{10} = 40\%$ der Viaductmasse erspart.

Das ist so klar, und es ist so einleuchtend, dass man dieser klar und bestimmt vorliegenden Ersparniss gegenüber mit Concessionen an die Qualität der Ausführung nicht zu kargen braucht (die Oekonomie im Bauwesen muss bekanntlich immer in der Masse gefunden werden), so dass es in der That Wunder nehmen muss, es angekämpft zu sehen. Natürlich wäre, wie ich es in meinem Vortrag ja auch provocirt habe, die nun einmal hingeworfene Idee der Oekonomisirung, die ja doch nicht durch Decrete und Autoritätsprüche umgebracht werden kann, weil sie auf mathematischer Wahrheit beruht, zu erfassen und nur etwa die von mir mitgetheilte Detail-Construction anzugreifen oder als verbesserungsfähig oder verbesserungsbedürftig zu bezeichnen. Mit den 40—50% Ersparnissen von den Kosten eines Steinviaducts lässt sich, gar Manches zur Verbesserung meines erst hingeworfenen Details ausführen, um noch immer bei einer Ersparniss von vielleicht 20—30% zu verbleiben.

Andere Vereinsmitglieder haben es so gemacht, wie ich da eben angedeutet habe; ich habe in der Zwischenzeit

schon wiederholt mündliche und schriftliche Zustimmung zu meinen Vorschlägen und auch Verbesserungsvorschläge erhalten. Ich will mir erlauben, eines einzelnen davon Erwähnung zu thun, weil dieser Verbesserungsvorschlag zeigt, wie selbst auf meinen reducirten Viaducten Schotterunterlage für den Oberbau angewendet werden kann, ohne die Oekonomie zu beeinträchtigen.

„Euer Wohlgeboren!“

Gestatten Sie mir als Mitglied des Ingenieur-Vereines zu der von Ihnen aufgestellten Objects-Type meinen besonderen Beifall zu bezeigen. In unserer an Fortschritten im Unterbau-Constructionsfache so armen Zeit ist es doppelt erfreulich, wenn durch eine Erfindung von so ausgiebiger Tragweite mit dem alten chablonenmässigen Herkommen radical gebrochen wird.

Was vorerst die Kritik der Majorität der I. V. Commission anbelangt, so hat mich diese, gelinde gesagt, überrascht, und ist es nur zu bedauern, dass eine solche in unserer so gerne als fortschrittsfreundlich declarirten Zeit überhaupt möglich war.

Ich übergehe eine Analyse der in den beiden Gutachten aus der „Erfahrung“ abgeleiteten Erwägungen, kann aber meine Verwunderung nicht unterdrücken, dass auch eine Ersparniss an Kosten bestritten wird, da diese auf den ersten Blick, auch ohne Vergleichung von „Material- und Arbeitspreisen“ einleuchten muss.

Der einzig plausible ungünstige Umstand, aber auch dieser nur für schnellfahrende Bahnen, scheint mir die starre Unterlage des Oberbaues, welche jedoch durch eine Zwischenlage von Schotter behoben werden könnte.

Da mich Ihre Erfindung sehr lebhaft beschäftigt, so erlaube ich mir, Euer Wohlgeboren eine von mir erdachte Skizze einer Oberbau-Construction für diese Typen zu übersenden (Fig. 1) und Sie um freundliche Mittheilung zu bitten, ob Sie dieselbe für zweckmässig halten, da ich noch eine andere mit gewalzten oder gusseisernen Stehblechen am Rande skizzirt habe, die aber theurer käme.

Die Kosten würden durch Anwendung dieses Oberbaues nicht erhöht, da andererseits am Mauerwerk und an Langschwellen erspart würde. Ausserdem wäre auch für Entwässerung gesorgt.

Auch dürfte es ganz unschädlich sein, wenn jede zweite Querschwellen nur 2^m lang ist, da der seitliche Widerstand der Nägel durch Unterlagsplatten erhöht werden könnte.

Indem ich schliesslich noch bitte, es nicht als Unbescheidenheit auszulegen, wenn ich mir erlaubt habe, vor einen so bewährten Fachmann mit einer scheinbaren Verbesserung seiner Construction zu treten, zeichne ich mit dem Ausdrucke vollkommenster Hochachtung

Euer Wohlgeboren

ergebenster

J. Wenusch,

Sect.-Ing. d. österr. Eisenb.-Bau-
gesellschaft Beraun in Böhmen.

Beraun, am 3. November 1875.“

Unverkennbar eine ganz vorzügliche Idee, besonders wenn die Schotterfassung aus Eisen gemacht wird, was dann wie in Fig. 2 aussehen würde.

Das ist die Art, wie man sich, glaube ich, Vorschlägen gegenüber verhalten soll, die ohne allen Eigennutz im Interesse der Fachwissenschaft im Schoosse des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines auftauchen.

Ich will den Herren Berichterstatlern noch etwas sagen: Nach Analogie der gewöhnlichen offenen Objecte hätten sie keinen Einwand gegen meine Construction erheben können und dürfen, wenn ich den Oberbaurost in folgender Art aufgebracht hätte. (Fig. 3.) Sie hätten dann, um zu tadeln, die einseitig localisirten Drücke auf das Gewölbe in's Treffen geführt; diesem Einwand hätte ich mit der Höhe der Uebermauerung über dem Gewölbe geantwortet, und Niemand könnte im Ernste Einwendung gegen diese Construction erheben. Sie entspricht ebenso wie die zum Vortrage gewählte Construction dem Principe der reducirten Viaducte, und bildet eine Variante der zur Erreichung des Principes möglichen Detail-Constructionen. — Wie schön sich die Sache im Falle continuirlichen eisernen Oberbaues construiren lässt, dessen Einführung wir ja doch mit jedem Jahre näherrücken, will ich auch noch durch eine Skizze zeigen. (Fig. 4.) Damit haben wir nun schon fünferlei Constructionsarten für die Auflagerung des Oberbaues gewonnen.

Ich darf den Raum nicht übermässig in Anspruch nehmen, sonst würde ich gerne noch manche Variation der Detail-Construction hier anführen, alle anwendbar, um das Princip der reducirten Viaductbreite mit hohem ökonomischen Gewinne in's Leben führen zu können.

Ich habe von allen diejenige Constructions-Variante meinem Vortrage einverleibt, die mir die rationellste schien, ausdrücklich Verbesserungen dieser Construction den Fachgenossen anheimgebend. Ich habe diese eine Constructionsart vorstehend so ausführlich vertheidigt, weil ich nicht gewohnt bin, gedankenlos zu handeln, sondern weil ich meine Variante wohlüberlegt gewählt hatte.

Dem gewiegten Beurtheiler muss aber, wie mir, sofort die Mannigfaltigkeit der Lösung der Detail-Construction vor Augen stehen; und ist das der Fall, so wird er an dem ihm nicht zusagenden Detail nicht lange hängen bleiben, sondern das Princip in seiner ganzen Bedeutung erfassen und befürworten.

Wäre das aber der Fall gewesen, so hätte auch die staatliche Aufsichtsbehörde die nothwendige Rückversicherung in ihrer Verantwortlichkeit bei Zulassung von Neuerungen in der zum Ausdrucke gebrachten öffentlichen Meinung unseres Vereines gefunden, und wir könnten die bei der ganzen Sache der Erfahrung anheimgegebenen Probleme in der wünschenswerthen Bälde und bei uns selbst gelöst sehen zu unserm Vortheile und zu unserer Ehre. Mir bleibt nur mehr übrig, den Kosmopoliten zu spielen, und die Fachgenossen in und ausser Oesterreich einzuladen, sich der Idee zu bemächtigen und sie im Interesse unserer gemeinsamen Fachwissenschaft im Fortschrittssinne auszubilden.

Bemerkungen über die Herstellung von Lastenstrassen.

Von F. Kreuter, Ingenieur.

Das weltberühmt schöne Wiener Pflaster ist eben im Begriffe eine Verbesserung zu erfahren.

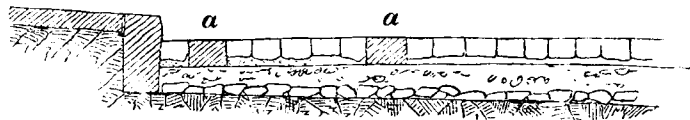
Man trachtet, demselben durch eine feste, gleichmässige Unterlage, sowie durch Verdichtung der Fugen eine grössere Widerstandsfähigkeit und Dauer zu geben, als es bisher besass.

Dieses System der Herstellung von Strassenoberbau ist in England schon lange im Gebrauche, und es dürfte daselbst das in einer der frequentesten Strassen Liverpool's, nämlich in North John Street hergestellte Pflaster als Muster gedient haben, welches seit circa 10 Jahren einem Lastenverkehre ausgesetzt ist, der in Wien nicht im entferntesten seines Gleichen findet, ohne dass sich in dem Pflaster bis jetzt auch nur ein Stein geführt hätte.

Ob das anscheinend nach demselben Vorbilde entstehende neue Wiener Pflaster sich ebenso glänzend bewähren werde, wage ich zu bezweifeln. Die Güte des in Wien verwendeten Materials lässt wohl nichts zu wünschen übrig; dagegen besteht aber zwischen der englischen Art zu arbeiten und der bei uns einheimischen ein merklicher Unterschied. Das Geheimniss des „finished“, des Vollendeten, Vollkommenen, das wir an englischen Arbeitserzeugnissen bewundern, und worin sie den unserigen so überlegen sind, liegt eben in der scrupulösen Gewissenhaftigkeit, mit welcher die Engländer alle ihre Arbeiten verrichten und in der ausserordentlich durchdachten Organisirung der letzteren.

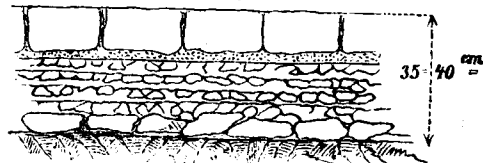
Ich kann es mir darum nicht versagen, die Art und Weise, wie ich vor einem Jahre in Liverpool die Pflasterung eines Theils der längs der Docks hinführenden Lastenstrasse nach dem Muster von North John Street herstellen sah, hier kurz zu beschreiben.

Figur 1.



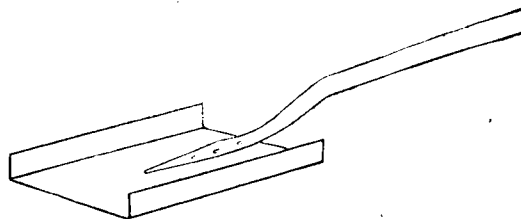
Auf das sauber abgegliche Plauum wird zunächst eine Lage grösserer Steinsplitter ganz flüchtig, grundbauartig, hingelegt und, nachdem sie mittelst einer Giesskanne besprengt worden, mit einer Schichte nur wenig angefeuchteten innigen Gemenges aus sechs Theilen Sand und einem Theile Cement bedeckt. Darüber wird nasses Kleingeschläge gebracht

Figur 2.



und mittelst eiserner Rechen ausgebreitet, damit sich die Zwischenräume in der Grundsichte gut ausfüllen, und sodann wird die ganze Schichte mit schweren flachen Schaufeln (ähnlich unseren Kohlenschaufeln, nur viel grösser und massiver) (Figur 3) plattgeschlagen.

Figur 3.



Nun kommt wieder eine Lage des erwähnten sehr trocken gemachten Cementmörtels, darauf abermals nasses Kleingeschläge, und diese zweite Schichte wird ebenfalls plattgeschlagen. In dieser Weise wird mit ganz dünnen Schichten fortgefahren bis circa 2^m unterhalb der erforderlichen Höhe. Der Rest wird blos mit dem beschriebenen Mörtel abgeglichen und zuerst gleichfalls plattgeschlagen, dann mit der Schaufel geglättet.

Die Herstellung dieser Pflasterunterlage erfolgt in Abtheilungen von circa 5^m Länge und von der Breite der Strasse circa 7^m, welche letztere durch die schon vorher in Mörtel versetzten, längs der Trottoirs hinlaufenden Pflasterfassungsquadern begrenzt ist. Als Begrenzung in der Längsrichtung dienen hölzerne Schablonen.

Die Betonunterlage wird bis zu ihrem völligen Erhärten sorgfältig geschont und sowohl durch transportable Planken vor dem Betreten durch Fussgänger, sowie auch, so lange sie noch ganz frisch ist, durch Bedecken mit getheerter Leinwand vor dem Regen geschützt, welcher ja die oberste Abgleichung lockern würde.

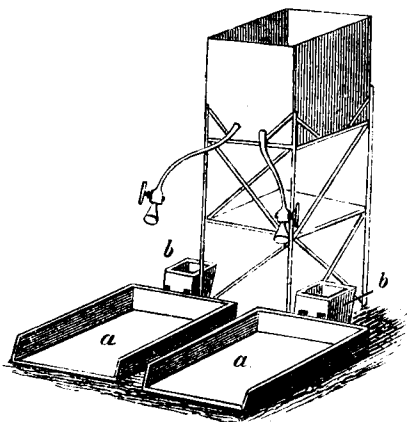
Erst nach achtzehn Tagen wird gepflastert. — Die parallelepipedischen Pflastersteine sind dem Cubikinhalte nach etwa halb so gross, wie die Wiener Granitwürfel und werden in ein auf die Betonunterlage ausgebreitetes, reichliches Sandbett versetzt. Die Fugen laufen senkrecht zur Richtung der Strassenachse durch, was vor schräg laufenden Fugen wenigstens den Vortheil bietet, dass sich die Pferde leichter anstemmen können.

Ist eine Partie gepflastert, so wird feiner Kies mit einem Reisigbesen darüber gekehrt, damit sich die Fugen ordentlich ausfüllen, und hierauf wird das Ganze schonend festgerammt.

Nun erfolgt das satts Ausgiessen der Fugen mit Asphalt, worauf man das Pflaster nochmals mit Kies bestreut und, wenn erforderlich, sofort dem Verkehre übergibt.

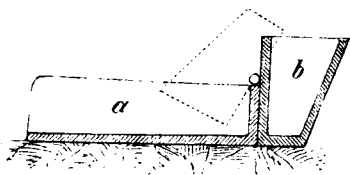
Figur 4.

Zum Mörtelmachen dienen dreiwandige Truhen (Fig. 4 und 5 a) von etwa 1^m im Gevierte, an deren jeder ein umkippbare Maass (b) für den Sand, circa 1 Cubik-Fuss fassend, mittelst Scharnieren befestigt ist. Je zwei Mörteltruhen werden durch ein auf eisernem Gestelle ruhendes blechernes Reservoir, an welchem zwei Bleiröhren mit Hähnen und kleinen Brausen angebracht sind, mit Wasser versehen (Figur 4).



Ist die Mörteltruhe geleert, so fasst der Arbeiter mit der Schaufel den Sandbehälter, welcher immer gefüllt erhalten wird, am Rande an, kippt ihn in die Truhe hinein und breitet den Inhalt aus, worauf ihm

Figur 5.



Figur 6.



sein genaues Quantum Cement darauf geschüttet wird. Zum Austheilen des Cementes dienen recht praktische halbkugelförmige eiserne Gefässe, (Fig. 6), in denen so leicht nichts hängen bleibt, und die $\frac{1}{6}$ des Inhaltes der Sandbehälter fassen.

Nachdem Sand und Cement sehr fleissig gemischt sind, öffnet der Arbeiter die Brause und bringt das Gemenge allmählig, Schaufel für Schaufel, unter die feine Douche. Ist auf solche Art der ganze Haufen gleichmässig und gut angefeuchtet, so sperrt man das Wasser sofort ab und arbeitet die Mischung abermals sehr kräftig durch. Die Masse ist aber, wie gesagt, keineswegs breiartig, sondern blos gut feucht und ganz locker.

Jede Arbeiterpartie verfügt über vier Mörteltruhen und zwei Wasserständer, und besteht aus:

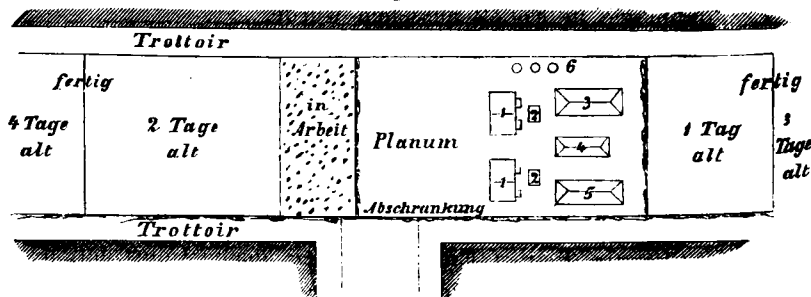
- 4 Mann, die den Mörtel mischen, und wenn es die Entfernung gestattet, gleich mit der Schaufel auf die Arbeitsstelle hinüberwerfen;
- 2 Mann zum Ausbreiten des Materials und Festschlagen der Schichten;
- 4 Mann zum Netzen und Zuführen des Steinmaterials und Kleingeschläges, Füllen der Sandkübel, Austheilen des Cementes etc.

Solche zehn Mann machen im Tage circa 100^m Betonunterlage fertig. Die beiläufige Arbeitsdisposition ist aus der nachstehenden Skizze zu ersehen (Fig. 7).

Die Fuhrwerke fahren in jeder Richtung immer auf der rechten Seite, und zwar verkehren an den beiden Rändern der Strasse die Lastfuhrwerke auf je einem in Mörtel versetzten Quadergeleise (vgl. Fig. 1a)

und dazwischen, auf dem mittleren Theile der Strasse die leichteren rascher fahrenden Wagen.

Figur 7.



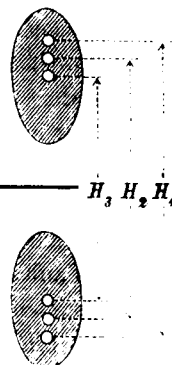
Zu bemerken wäre noch, dass es in England üblich ist, die Pferde von Lastfuhrwerken nicht paarweise neben-, sondern einzeln hintereinander anzuspannen, wodurch zwar, wenn ein langer Zug von 6 bis 8 Pferden verkehrt, an seitlich einmündenden Strassen eine etwas längere Verkehrsstockung eintreten kann, als bei paarweiser Bespannung, aber jedenfalls von der frequenten Lastenstrasse nur ein Minimum an Breite durch das schwere Fuhrwerk occupirt wird. Auch dürfte die englische Art der Bespannung die Beaufsichtigung der Zugthiere erleichtern.

Beziehung zwischen Schwerpunkt, Trägheits-Mittelpunct und Zug- resp. Druck-Mittelpunct in einem auf Bruchfestigkeit beanspruchten Körper. Von Gustav Bartdorff, Assistent an der k. k. technischen Hochschule in Brünn.

I. Symmetrischer Querschnitt.

Für denselben bezeichne (Fig. 1):

- F die Fläche jedes Gurt-Querschnittes,
- S das statische Moment desselben in Beziehung auf die gemeinschaftliche horizontale Schwerachse w ,
- W das Trägheitsmoment des ganzen Querschnittes in Bezug auf dieselbe, w
- H_1 die Entfernung der Mittelpunkte für Zug und Druck,
- H_2 die Entfernung der Trägheits-Mittelpunkte und
- H_3 die Entfernung der Schwerpunkte beider Gurte.



Dann ist bekanntlich:

$$H_1 = \frac{W}{S} \dots \dots \dots 1)$$

ferner

$$H_2^2 = \frac{2 W}{F} \dots \dots \dots 2)$$

und

$$H_3 = \frac{2 S}{F} \dots \dots \dots 3)$$

Durch Multiplication der Gleichungen 1) und 3) erhält man:

$$H_1 H_3 = \frac{2 W}{F}$$

Der Vergleich mit Gleichung 2) gibt die Relation:

$$H_2^2 = H_1 H_3 \dots \dots \dots 4)$$

d. h. für einen symmetrischen Querschnitt ist die Entfernung der Trägheits-Mittelpunkte die mittlere geometrische Proportionale zwischen der Entfernung der Schwerpunkte und jener der Mittelpunkte für Zug und Druck.

Bezeichnet ferner

- K_1 die Spannung im Zug- resp. Druck-Mittelpuncte,
- K_2 die Spannung im Trägheits-Mittelpuncte,
- K_3 die Spannung im Schwerpunkte und
- P die Totalspannung eines Gurtes,

dann hat man die beiden Proportionen:

$$K_1 : K_2 = H_1 : H_2$$

$$K_3 : K_2 = H_3 : H_2$$

Durch Multiplication derselben erhält man:

$$K_1 K_3 : K_2^2 = H_1 H_3 : H_2^2;$$

daher mit Rücksicht auf Gleichung 4)

$$K_2^2 = K_1 K_3 \dots \dots \dots 5)$$

somit ist die Spannung im Trägheits-Mittelpunkte die mittlere geometrische Proportionale zwischen der Spannung im Schwerpunkte und jener im Zug- resp. Druck-Mittelpunkte.

Das Bieugungsmoment M_w ist bekanntlich ausgedrückt durch die Gleichung

$$M_w = P H_1.$$

Nun ist $P = q \cdot S$, wobei

$$q = \frac{2 K_1}{H_1} = \frac{2 K_2}{H_2} = \frac{2 K_3}{H_3}$$

constant ist. Es wird demnach mit Berücksichtigung des Werthes von S

$$M_w = q \cdot \frac{F H_3}{2} \cdot H_1 \dots \dots \dots 6)$$

Führt man in Gleichung 6) für q den Werth $\frac{2 K_3}{H_3}$ ein, so erhält man:

$$M_w = F H_1 K_3 \dots \dots \dots 7)$$

Es ist demnach das Bieugungsmoment gleich dem Producte aus der Fläche eines Gurtes, dem Abstände der Mittelpunkte für Zug und Druck und der Spannung im Schwerpunkte.

Setzt man in Gleichung 6) für q den Werth $\frac{2 K_1}{H_1}$, so ergibt sich:

$$M_w = F H_3 K_1 \dots \dots \dots 8)$$

Es ist daher das Bieugungsmoment auch gleich dem Producte aus der Fläche eines Gurtes, dem Abstände der Schwerpunkte und der Spannung im Zug- resp. Druck-Mittelpunkte.

Substituirt man in Gleichung 6) für q den Werth $\frac{2 K_2}{H_2}$, so hat man:

$$M_w = F \cdot \frac{H_1 H_3}{H_2} \cdot K_2$$

und da $H_1 H_3 = H_2^2$ ist, so wird

$$M_w = F H_2 K_2 \dots \dots \dots 9)$$

Es ist daher das Bieugungsmoment auch gleich dem Producte aus der Fläche eines Gurtes, der Entfernung der Trägheits-Mittelpunkte und der Spannung in demselben.

Im Allgemeinen lässt sich das Bieugungsmoment ausdrücken durch das Product aus der Fläche eines Gurtes, der Entfernung H_x zweier beliebiger, nur bezüglich der Schwerachse symmetrisch gelegenen Punkte A und der Spannung K_y an einer zugehörigen Stelle B , welcher die Höhe H_y entspricht, so dass

$$M_w = F H_x K_y \dots \dots \dots 10)$$

wird.

Nun verhält sich aber, wenn K_x die Spannung in A bedeutet,

$$H_x : H_y = K_x : K_y,$$

somit

$$H_x K_y = H_y K_x.$$

Daher mit Rücksicht auf Gleichung 10)

$$M_w = F H_y K_x \dots \dots \dots 11)$$

Es sind demnach die Punkte A und B zusammengehörig. Man könnte sie zugeordnete Punkte nennen.

Es sind dem Früheren gemäss der Schwerpunkt und der Mittelpunkt für Zug und Druck zugeordnete Punkte. Der Trägheits-Mittelpunkt ist sich selbst zugeordnet.

Substituirt man für K_y den aus der Proportion

$$H_y : H_2 = K_y : K_2$$

sich ergebenden Werth

$$K_y = \frac{H_y}{H_2} \cdot K_2$$

in Gleichung 10), so ergibt sich:

$$M_w = F \cdot \frac{H_x H_y}{H_2} \cdot K_2$$

und mit Rücksicht auf Gleichung 9) hat man:

$$H_2^2 = H_x H_y \dots \dots \dots 12)$$

Es ist demnach die Entfernung der Trägheits-Mittelpunkte die mittlere geometrische Proportionale zwischen den Entfernungen zweier zugeordneter Punkte.

Mit Rücksicht auf Gleichung 2) ist auch:

$$H_x H_y = \frac{2 W}{F} = \text{constant} \dots \dots \dots 13)$$

d. h. das Product zweier zugeordneter Höhen ist constant.

Verbindet man die beiden Proportionen

$$K_x : K_2 = H_x : H_2$$

$$K_y : K_2 = H_y : H_2$$

durch Multiplication, so erhält man:

$$K_x K_y : K_2^2 = H_x H_y : H_2^2$$

und da nach 12)

$$H_x H_y = H_2^2$$

ist, so wird

$$K_2^2 = K_x K_y \dots \dots \dots 14)$$

Demnach ist die Spannung im Trägheits-Mittelpunkte die mittlere geometrische Proportionale zwischen den Spannungen in zwei zugeordneten Punkten.

II. Unsymmetrischer Querschnitt.

Die für den symmetrischen Querschnitt erhaltene Beziehung zwischen Schwerpunkt, Trägheits-Mittelpunkt und Zug- resp. Druck-Mittelpunkt gilt im Allgemeinen für den unsymmetrischen Querschnitt nicht mehr, wohl aber besteht dieselbe unter einer bestimmten Bedingung. Um diese zu ermitteln, bezeichne (Fig. 2):

F' und F'' die Fläche

des Ober- und Unter-Gurtes,

W' und W'' das Trägheitsmoment des Ober- und Unter-Gurtes in Beziehung

auf die gemeinschaftliche

Schwerachse w ,

$W = W' + W''$ das

Trägheitsmoment des ganzen

Querschnittes,

S das statische Moment

eines Gurtes bezüglich der

Schwerachse,

h_1', h_2', h_3' , beziehungsweise die Abstände der Schwerachse vom

Zug- resp. Druck-Mittelpunkte, Trägheits-Mittelpunkte und Schwerpunkte

des Ober-Gurtes,

h_1'', h_2'', h_3'' die Abstände der Schwerachse von den correspon-

direnden Punkten des Unter-Gurtes.

H_1, H_2, H_3 mögen die frühere Bedeutung haben, so dass

$$H_1 = h_1' + h_1''$$

$$H_2 = h_2' + h_2'' \text{ und}$$

$$H_3 = h_3' + h_3''$$

wird.

Es ist sodann:

$$H_1 = \frac{W}{S} = \frac{W' + W''}{S}.$$

Ferner ist

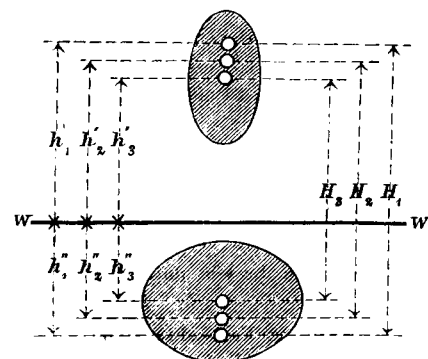
$$W' = F' h_2'^2, W'' = F'' h_2''^2,$$

demnach:

$$h_2' = \sqrt{\frac{W'}{F'}} \text{ und } h_2'' = \sqrt{\frac{W''}{F''}}.$$

Daher hat man:

$$H_2 = \sqrt{\frac{W'}{F'}} + \sqrt{\frac{W''}{F''}}.$$



Ferner ist

sonach

$$S = F' h_3' = F'' h_3'',$$

$$h_3' = \frac{S}{F'} \text{ und } h_3'' = \frac{S}{F''}.$$

Demnach ergibt sich:

$$H_3 = S \left(\frac{1}{F'} + \frac{1}{F''} \right).$$

Soll auch für den unsymmetrischen Querschnitt $H_2^2 = H_1 H_3$ werden, so muss die Gleichung bestehen:

$$\left(\sqrt{\frac{W'}{F'}} + \sqrt{\frac{W''}{F''}} \right)^2 = \frac{W' + W''}{S} \cdot S \left(\frac{1}{F'} + \frac{1}{F''} \right).$$

Führt man die angezeigte Quadrirung aus und reducirt, so erhält man:

$$2 \sqrt{\frac{W' W''}{F' F''}} = \frac{W'}{F''} + \frac{W''}{F'}.$$

Quadrirt man diese Gleichung und reducirt, so ergibt sich:

$$\left(\frac{W'}{F''} - \frac{W''}{F'} \right)^2 = 0.$$

Daraus resultirt die Proportion:

$$W' : W'' = F'' : F' \dots \dots \dots 15)$$

d. h. sind die Trägheitsmomente beider Gurten den Flächen derselben umgekehrt proportional, dann ist auch für den unsymmetrischen Querschnitt die Entfernung der Trägheits-Mittelpunkte die mittlere geometrische Proportionale zwischen der Entfernung der Schwerpunkte und jener der Mittelpunkte für Zug und Druck.

Die letzte Proportion kann man noch in verschiedener Weise schreiben. Setzt man in dieselbe für W' und W'' ihre Werthe, so hat man:

$$F' h_2'^2 : F'' h_2''^2 = F'' : F',$$

demnach

$$F'^2 h_2'^2 = F''^2 h_2''^2$$

oder

$$F' : F'' = h_2'' : h_2' \dots \dots \dots 16)$$

Proportion 15) in Verbindung mit 16) gibt:

$$W' : W'' = h_2' : h_2'' \dots \dots \dots 17)$$

Setzt man in 16) für F' und F'' die aus dem Früheren folgenden Werthe

$$F' = \frac{S}{h_3'} \text{ und } F'' = \frac{S}{h_3''},$$

so ergibt sich:

$$h_2' : h_2'' = h_3' : h_3'' \dots \dots \dots 18)$$

Ausserdem besteht unter allen Umständen die bekannte Relation:

$$h_1' : h_1'' = W' : W''.$$

Dieselbe in Verbindung mit 17) und 18) gibt endlich:

$$h_1' : h_1'' = h_2' : h_2'' = h_3' : h_3'' \dots \dots \dots 19)$$

Findet also eine dieser Proportionen statt, so ist

$$H_2^2 = H_1 H_3.$$

Bedeutet ferner P , wie früher, die Totalspannung eines Gurtes, K_1', K_2', K_3' die Spannung im Zug- resp. Druck-Mittelpunkte, Trägheits-Mittelpunkte und Schwerpunkte des Ober-Gurtes, K_1'', K_2'', K_3'' die Spannung in den correspondirenden Punkten des Unter-Gurtes, so hat man

$$P = q \cdot S,$$

wobei

$$q = \frac{K_1'}{h_1'} = \frac{K_2'}{h_2'} = \frac{K_3'}{h_3'} = \frac{K_1''}{h_1''} = \frac{K_2''}{h_2''} = \frac{K_3''}{h_3''}$$

constant ist. Der Ausdruck für das Biegemoment $M_w = P \cdot H_1$ wird demnach mit Berücksichtigung der Werthe von S

$$M_w = F' H_1 h_3' \cdot q = F'' H_1 h_3'' \cdot q \dots \dots \dots 20)$$

Substituiert man in Gleichung 20) für q den Werth $\frac{K_2'}{h_3'}$, beziehungsweise $\frac{K_3''}{h_3''}$, so erhält man:

$$M_w = F' H_1 K_2' = F'' H_1 K_3'' \dots \dots \dots 21)$$

Diese Gleichung, die von der Relation 19) vollständig unabhängig ist, daher ganz allgemein für jeden beliebigen Querschnitt gilt, sagt:

Das Biegemoment ist gleich dem Producte aus der Fläche des Ober- beziehungsweise Unter-Gurtes, der Entfernung der Mittelpunkte für Zug und Druck und der Spannung im Schwerpunkte des Ober- beziehungsweise Unter-Gurtes.

Setzt man in Gleichung 20) für q den Werth $\frac{K_1'}{h_1'}$ beziehungsweise $\frac{K_1''}{h_1''}$, so ergibt sich:

$$M_w = F' H_1 K_1' \left(\frac{h_3'}{h_1'} \right) = F'' H_1 K_1'' \left(\frac{h_3''}{h_1''} \right).$$

Unter Voraussetzung der Erfüllung der früher erwähnten Bedingung besteht aber nach 19) die Proportion:

$$h_1' : h_1'' = h_3' : h_3'',$$

daher auch

$$h_1' : (h_1' + h_1'') = h_3' : (h_3' + h_3'')$$

oder

$$h_1' : H_1 = h_3' : H_3,$$

somit

$$h_1' : H_1 = h_3' : H_3,$$

$$\frac{h_2'}{h_1'} = \frac{H_2}{H_1}$$

Auf ähnliche Weise ergibt sich auch

$$\frac{h_2''}{h_1''} = \frac{H_2}{H_1}$$

Substituiert man diese Werthe in die früher erhaltenen Gleichungen, so ergibt sich:

$$M_w = F' H_2 K_1' = F'' H_2 K_1'' \dots \dots \dots 22)$$

Es ist demnach (wenn $H_2^2 = H_1 H_3$ ist) das Biegemoment gleich der Fläche des Ober- beziehungsweise Unter-Gurtes mal der Entfernung der Schwerpunkte beider Gurte mal der Spannung im Zug- resp. Druck-Mittelpunkte des Ober- beziehungsweise Unter-Gurtes.

Setzt man endlich in Gleichung 20) für q den Werth $\frac{K_2'}{h_2'}$ beziehungsweise $\frac{K_2''}{h_2''}$, so erhält man:

$$M_w = F' H_1 K_2' \left(\frac{h_2'}{h_2'} \right) = F'' H_1 K_2'' \left(\frac{h_2''}{h_2''} \right).$$

Ist die Bedingung 19) erfüllt, so ist

$$h_2' : h_2'' = h_3' : h_3'',$$

daher

$$h_2' : (h_2' + h_2'') = h_3' : (h_3' + h_3'')$$

oder

$$h_2' : H_2 = h_3' : H_3,$$

somit

$$\frac{h_3'}{h_2'} = \frac{H_3}{H_2}$$

und auf ähnliche Weise ergibt sich auch

$$\frac{h_3''}{h_2''} = \frac{H_3}{H_2}$$

Diese Werthe in die früher erhaltenen Gleichungen substituiert, geben:

$$M_w = F' \cdot \frac{H_1 H_3}{H_2} \cdot K_2' = F'' \cdot \frac{H_1 H_3}{H_2} \cdot K_2''.$$

Da jedoch bei Erfüllung der Relation 19)

$$H_2^2 = H_1 H_3$$

ist, so folgt:

$$M_w = F' H_2 K_2' = F'' H_2 K_2'' \dots \dots \dots 23)$$

Demnach ist das Biegemoment (wenn $H_2^2 = H_1 H_3$ ist) gleich dem Producte aus der Fläche des Ober- beziehungsweise Unter-Gurtes, der Entfernung der Trägheits-Mittelpunkte beider Gurte und der Spannung im Trägheits-Mittelpunkte des Ober- beziehungsweise Unter-Gurtes.

Ist $H_2^2 = H_1 H_3$, so ist auch für den unsymmetrischen Querschnitt, wie leicht aus 19) nachzuweisen,

$$K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = H_1 : H_2 : H_3$$

und ebenso

$$K_2^2 = K_1 K_3 \dots \dots \dots 24)$$

wobei die K sowohl auf den Ober- als auch auf den Unter-Gurt sich beziehen können.

DIAMANT-BOHRMASCHINE IN BOHMISCH BROD

Vordere Ansicht.

Kernbohrer mit Bohrkronen und Kern.

Auswaschung u. d. h. für die Schiefbohrung resp. den Abbruch des Gesteines.
Die Pfeile bedeuten die Richtung der Wasserströmungen.

Schema eines Freifallinstrumentes.

Ansicht in der Richtung des Pfeiles.

Schröckenstein'scher Lettenbohrer.

Linke Seitenansicht.

Einsatz der Diamanten.

Rechte Seitenansicht

Maßstab für die Maschinenzeichnungen 1:25.

Maßstab für die Fig. I, II, III, K, V, VI.

Situationsplan.
1 : 2000

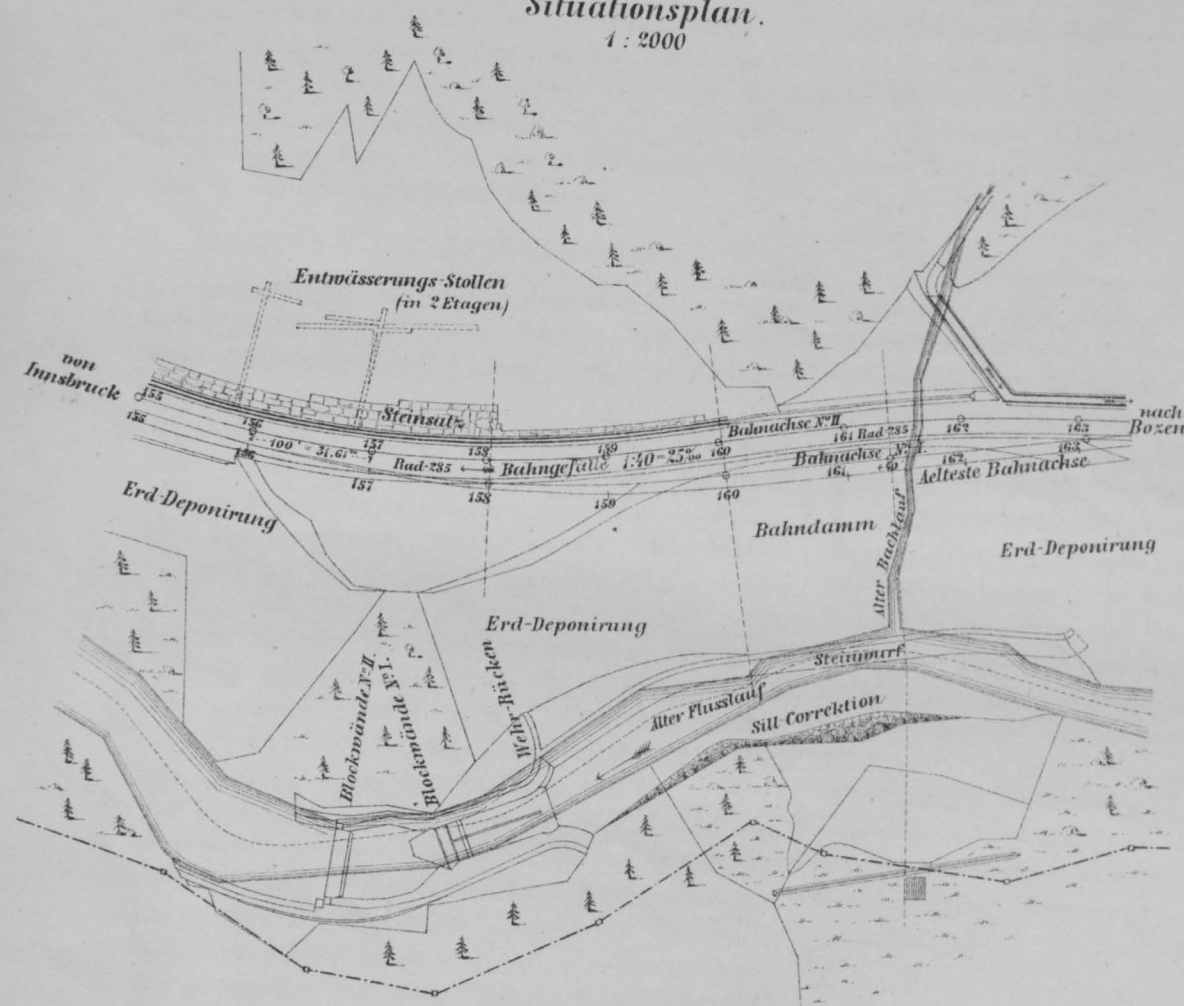


Fig. 1.

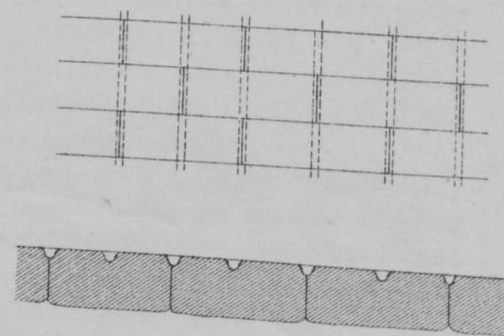


Fig 2.

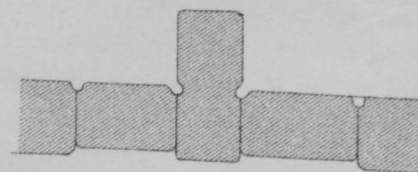


Fig. 3.

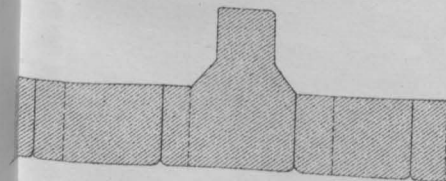
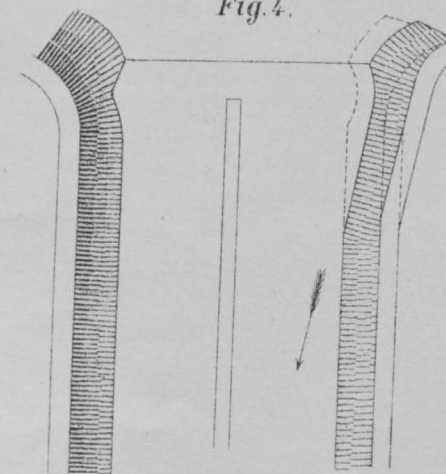


Fig. 4.



Querprofile 1:600.

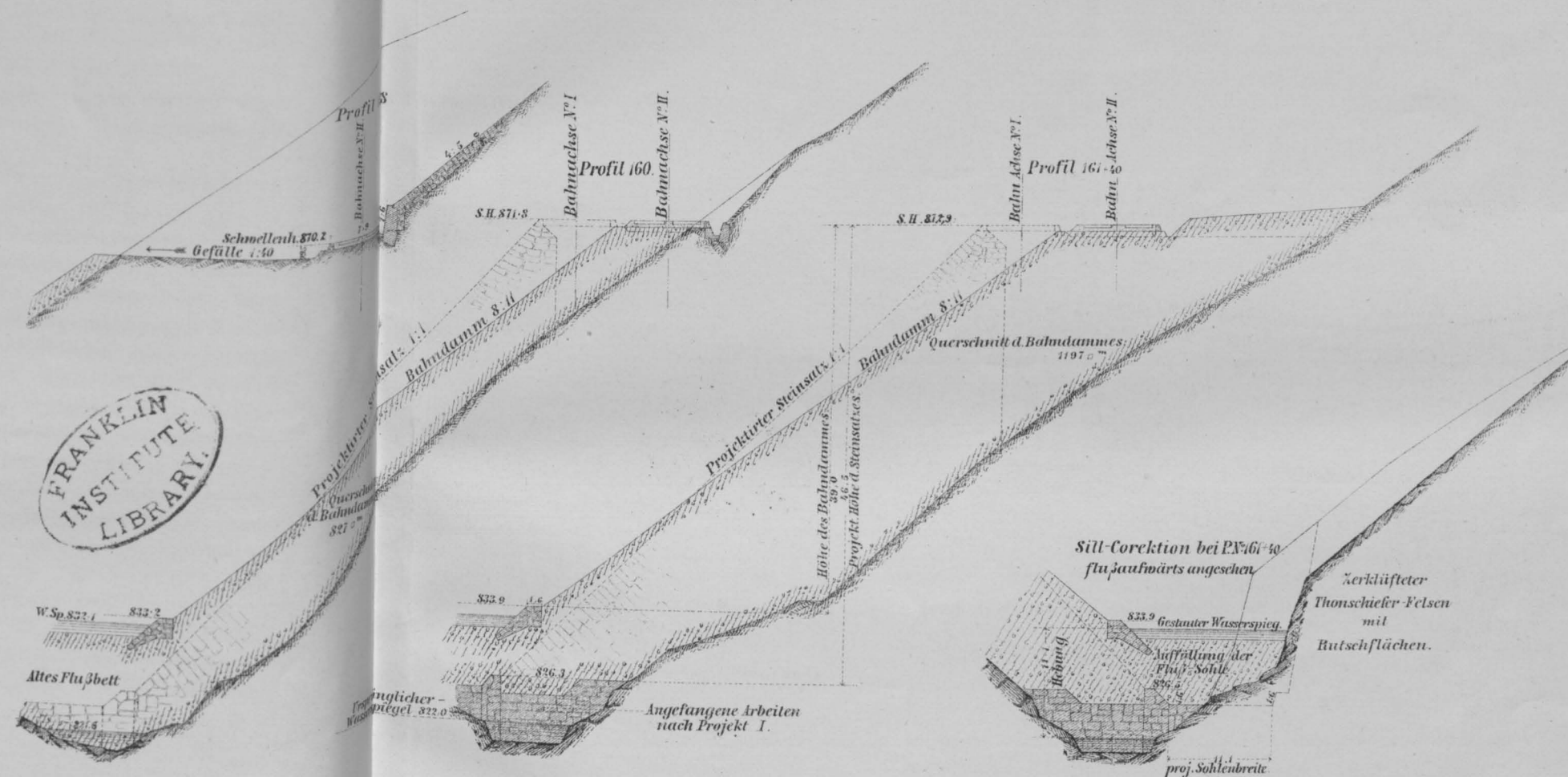


Fig. 2.

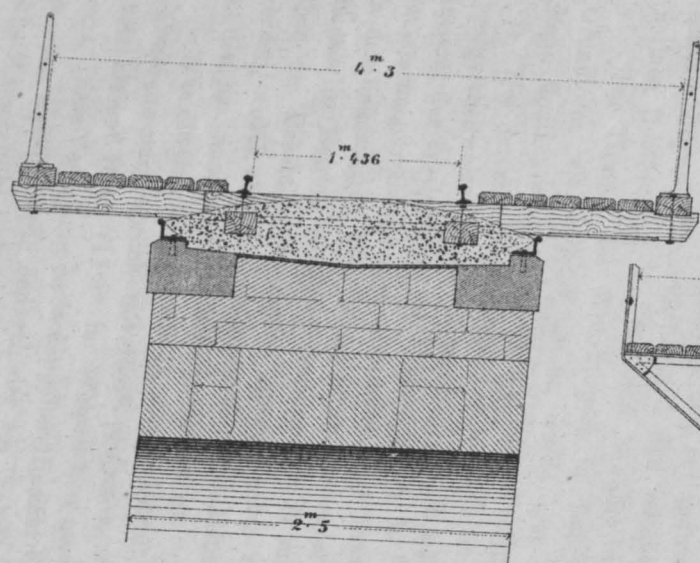
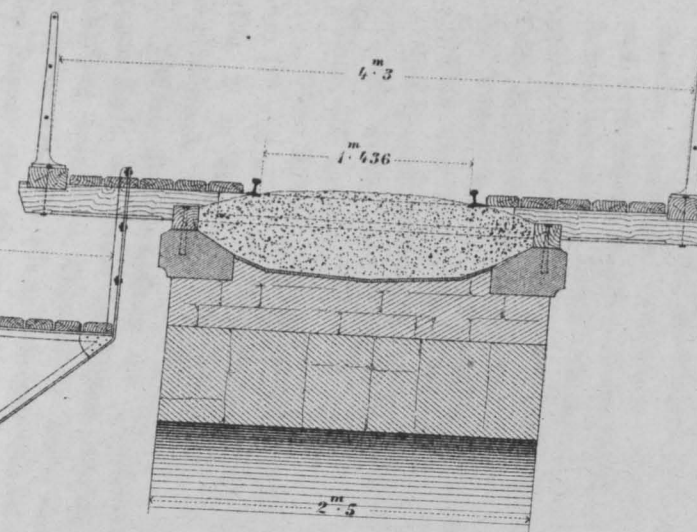


Fig. 1.



1:50

Fig. 4.

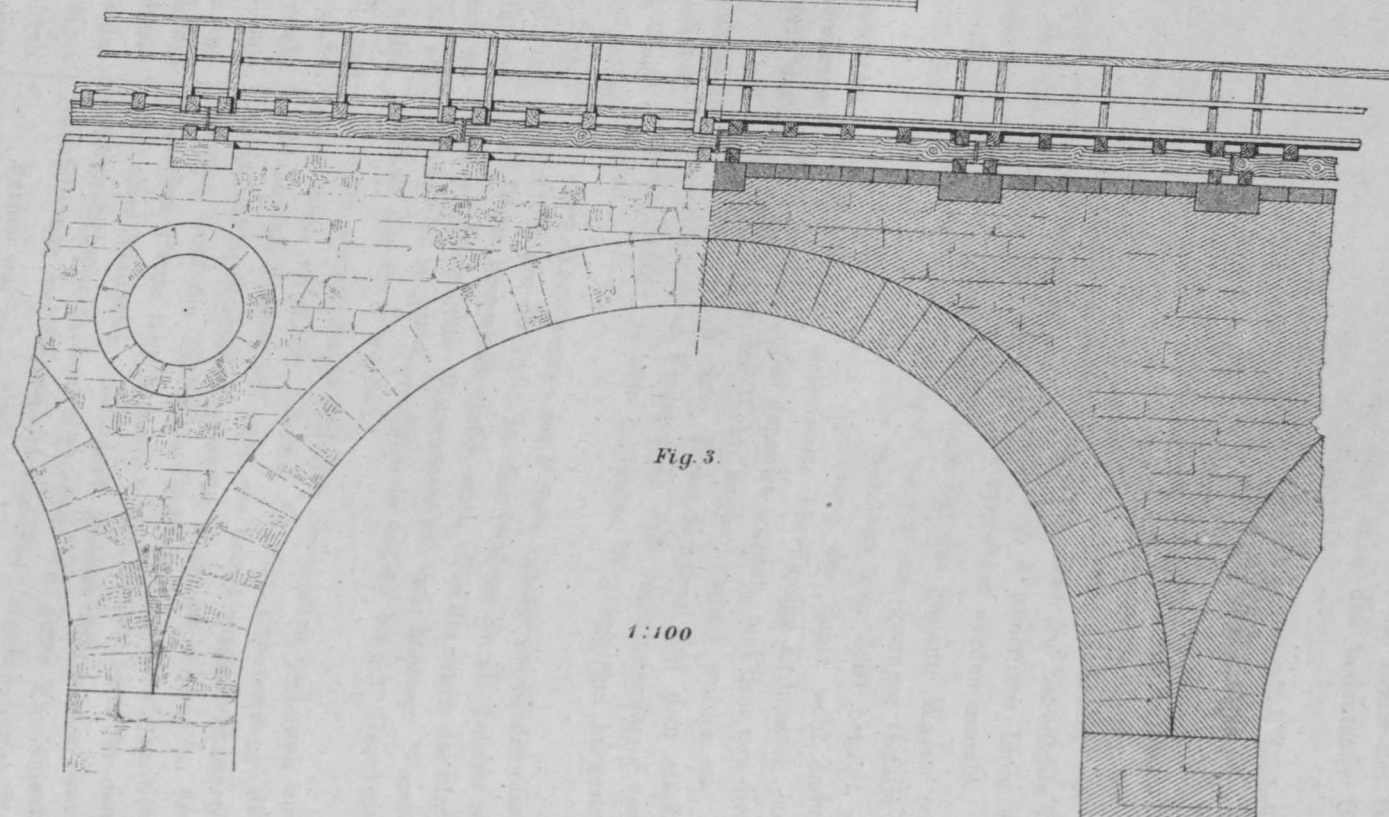
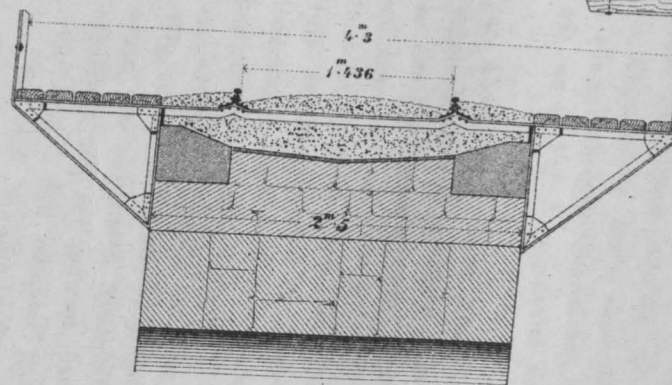


Fig. 3.

1:100